



Institut für Nachrichtentechnik (IfN)
Technische Universität Braunschweig

Jahresbericht 2015



Technische
Universität
Braunschweig



Institut für Nachrichtentechnik (IfN)
Technische Universität Braunschweig

Anschrift:	Pockelsstr. 14 38092 Braunschweig
Institutsgebäude:	Haus der Nachrichtentechnik Schleinitzstr. 22 38106 Braunschweig
Telefon:	(0531) 391-2480
Telefax:	(0531) 391-5192
Internet:	http://www.ifn.ing.tu-bs.de/

Redaktion:	P. Beyer A. Gudat R. Görke
Fotos:	TU Braunschweig (Seite 85) Fakultät 5 (Seite 86) NGMN (Seite 88) Antonio R. Lee (Seite 98) Alle übrigen: privat

Inhalt

	Seite
Personelle Besetzung des Instituts	6
Aus der Lehre	8
Exkursionen	11
Besondere Ereignisse	14
Kontakte zu Firmen und öffentlichen Institutionen	15
Kontakte zu Forschungseinrichtungen	20
Vorträge und Veröffentlichungen	24
Kolloquium Nachrichtentechnik	36
Master- und Bachelorarbeiten	37
Dissertationen	40
Aus der Forschung	41
– Abteilung für Elektronische Medien	41
– Abteilung Signalverarbeitung	53
– Abteilung Mobilfunksysteme	68
Personelle Veränderungen	80
Jubiläen und persönliche Ereignisse	84
Braunschweiger Bürgerpreis für Florian Jackisch, M.Sc.	85
Walter-Kertz-Studienpreis 2015 für Fabian Schrieber, M.Sc.	86
Das IfN ist „Ausgezeichneter Ort 2015“	87
Das IfN auf der NGMN Industry Conference & Exhibition 2015	88
„SiMoNe“ (Simulator for Mobile Networks) bei der JNCW 2015 (Barcelona)	89
Tower Overlay over LTE-A+ (TOoL+): Feldversuche in Frankreich und Italien	90
Redundancy on Demand (RoD): Der Feldversuch in Berlin	92
ESoA-Kurs zu „Large Scale Propagation“	93
Sommerschule für tunesische Studierende am IfN	94
Forschungspraktikum im IBM Thomas J. Watson Research Center	97
Einladung zum Vortrag am Collège de France	99
Im (Un)Ruhestand: Der Akademische Direktor Dr.-Ing. Volker Märgner	101
Assistentenexkursion	104
Behörden-Staffelmarathon	107
Institutsausflug	108
Alumni-Nachrichten	110

Liebe Freundinnen und Freunde des IfN,

kennen Sie einen „Ausgezeichneten Ort 2015“? Jawohl, zumindest einen kennen Sie. Die Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ verlieh dem IfN-Projekt „TOoL+: Neue Datenautobahn für den Mobilfunk“ diese Auszeichnung. Sie wurde uns im Rahmen der TU Night am 27. Juni übergeben. Die zugehörige Urkunde trägt die Unterschrift des Bundespräsidenten. Aber auch in diesem Jahr blieb es nicht bei nur einer Würdigung unserer Arbeit. Für seine Dissertation „Long-term Archiving of Digital Data on Film“ erhielt unser ehemaliger Mitarbeiter Dr.-Ing. Christoph Voges den Robert-Luther-Preis 2014 der Deutschen Gesellschaft für Photographie. Unser Mitarbeiter Florian Jackisch, M.Sc., wurde mit dem Braunschweiger Bürgerpreis geehrt. Unser Mitarbeiter Fabian Schrieber, M.Sc., erhielt den Walter-Kertz-Studienpreis für seine hervorragende Masterarbeit. Und schließlich: Die Consumer Electronics Society des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ernannte Prof. Reimers in ihrem IEEE Consumer Electronics Magazine im April zum „Champion in our Midst“. Sie sehen: Es geht dem IfN weiterhin sehr gut.

Prof. Fingscheidt, der im September zum Vorsitzenden des ITG-Fachausschusses 4.3 (Sprachakustik) des VDE gewählt worden war, konnte neben neuen Eindrücken auch interessante Möglichkeiten zur Kooperation aufzeigen, als er in New York Vorträge zu neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet „Turbo-Spracherkennung“ hielt, zu denen er vom IBM T.J. Watson Research Center und von Google eingeladen worden war. Das Thema Big Data rüttelt die Welt auf – von der Forschung bis hin zum Einsatz in den Unternehmen – und es ist ermutigend zu sehen, dass die am IfN entwickelten Ansätze zur Sensor- und Informationsfusion hier wichtige Beiträge liefern können.

Die Abteilung „Mobilfunksysteme“ konnte 2015 einen großen Erfolg verzeichnen. Im Rahmen der NGMN Industry Conference & Exhibition (NGMN: Next Generation Mobile Networks), die vom 24. bis 25. März 2015 in Frankfurt am Main stattfand, demonstrierte das deutsche TERAPAN-Konsortium (TERAPAN: TERAhertz communication for future Personal Area Networks) eine Multi-Gigabit-Datenübertragung bei einer Trägerfrequenz von 300 Gigahertz. Zum ersten Mal kamen steuerbare Antennen in diesen hohen Frequenzbändern zum Einsatz, um Anwendungen für die zukünftige drahtlose Kommunikation in Gebäuden, wie beispielsweise in so genannten intelligenten Büros (Smart Offices) und Rechenzentren, zu erschließen. An dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt beteiligt sind das IfN, die Universität Stuttgart und das Fraunhofer-Institut für angewandte Festkörperphysik in Freiburg. Koordinator ist Prof. Kürner. Den sahen wir 2015 übrigens nur gelegentlich. Er ist von allen Angehörigen des IfN der momentane Reise-Champion. Dies liegt an seinen großen internationalen Erfolgen. So leitet er seit 2010 die „IEEE 802.15 THz Interest Group“ und seit 2014 auch die

„IEEE 802.15 Task Group 3d“, in der die Standardisierung zukünftiger THz-Kommunikationssysteme vorangetrieben wird. Seit 2012 ist er Chairman der „Working Group Propagation“ innerhalb der „European Association on Antennas and Propagation“ (EurAAP).

Zu den Besonderheiten des Forschungsjahres der Abteilung „Elektronische Medien – Systemtheorie und Technik“ gehörten drei große Feldversuche. In Paris wurde das im IfN erfundene und realisierte System „Tower Overlay over LTE-A+ (TOoL+)“ unter Verwendung eines Senders auf dem Eiffelturm erprobt. Kooperationspartner waren hier der französische Sendernetzbetreiber TDF und die amerikanische Firma GatesAir. Im Aosta-Tal fanden (und finden weiterhin) in Kooperation mit Radiotelevisione Italiana (Rai) TOoL+-Tests unter den schwierigen Ausbreitungsbedingungen einer Alpenregion statt. Das vom IfN in Kooperation mit Sony erfundene und realisierte System „Redundancy on Demand (RoD)“ wurde in Berlin in Kooperation mit dem Unternehmen Media Broadcast in einem Gleichwellennetz aus Sendern auf dem Alexanderplatz und dem Schäferberg getestet.

Wenn Sie in den drei vorhergehenden Absätzen über die Namen von Firmen und Forschungs-Institutionen gestolpert sein sollten, mit denen das IfN zusammenarbeitet, so ist das kein Wunder. Die Liste der Firmen und öffentlichen Institutionen, mit denen wir im Berichtsjahr kooperiert haben, finden Sie an anderer Stelle des Berichtes. Sie umfasst 84 Positionen. Vertreten sind 19 Länder von Belgien bis USA, davon 11 europäische Staaten.

Die Liste der ausländischen Partner erlaubt den Schwenk zum Thema „ausländische Studierende“. Deren Zahl nimmt erheblich zu. An der Technischen Universität Braunschweig hatten sich zum Wintersemester 2014/15 etwa 800 Ausländer beworben. Zum Wintersemester 2015/16 waren es bereits 2500. In der Vorlesung „Signalübertragung“ war die Zahl der ausländischen Studierenden im Sommersemester 2015 etwa genau so groß wie die Zahl der Deutschen – unter den Ausländern dominierend waren Kommilitoninnen und Kommilitonen aus China. Wie sich der Flüchtlingsstrom an unserer Universität bemerkbar machen wird, ist zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieses Beitrags noch nicht abzusehen. Die Technische Universität Braunschweig hat jedenfalls die Plätze für Menschen, die sich als Lehramt-Studierende für das Gebiet „Deutsch für Ausländer“ bewerben, bereits verdoppelt, denn wir glauben, dass wir auf diesem Feld einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung der Integration der Menschen ohne Deutschkenntnisse leisten können.

In einem Sonderbeitrag würdigen wir ein Urgestein des IfN, das nach nahezu 40 Jahren erfolgreicher Tätigkeit in unserem Institut in Pension ging: den Akademischen Direktor Dr.-Ing. Volker Märgner. Aber wir stellen ohne Überraschung fest: „Niemals geht man so ganz“, denn der frischgebackene Pensionär

war im September in Kooperation mit Frau Erichsen-Rua und Prof. Hamid Amiri von der École nationale d'ingénieurs de Tunis (ENIT) Koordinator einer zweiwöchigen Summer School, an der 29 Damen und Herren aus Tunesien teilnahmen.

Im Namen des Institutsvorstands danke ich Ihnen, den Leserinnen und Lesern dieses Berichtes, für das Interesse an unserem IfN.

Im Namen des Institutsvorstands

U. Reimers

Personelle Besetzung des Instituts (Stand 30.11.2015)

Vorstand	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers (Geschäftsführender Leiter) Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner Prof. Dr.-Ing. Tim Fingscheidt
Entpflichtete Prof.	Prof. Dr.-Ing. Rudolf Elsner Prof. Dr.-Ing. Erwin Paulus Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Helmut Schönfelder
Honorarprofessoren	Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz Prof. Dr.-Ing. Rainer Heiß

Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Landesmittel	Johannes Abel, M.Sc. Dipl.-Ing. Johannes Baumgarten Samy Elshamy, M.Sc. Sören Hahn, M.Sc. (Oberingenieur) Dipl.-Ing. Frieder Juretzek Patrick Meyer, M.Sc. Dipl.-Ing. Simon Receveur Dipl.-Ing. Dennis Rose Daniel Rother, M.Sc. Dipl.-Ing. Peter Schlegel
Drittmittel	Nils Dreyer, M.Sc. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Alexander Fricke Sai Han, M.Sc. Stefan Ilse, M.Sc. Florian Jackisch, M.Sc. Marc-André Jung, M.Sc. Dipl.-Ing. Antonio Kolossa Timo Lohrenz, M.Sc. Andreas Möller, M.Sc. Dipl.-Inform. Werner Pantke Bile Peng, M.Sc. Dipl.-Ing. Sebastian Rey Lucca Richter, M.Sc. Fabian Schrieber, M.Sc.

	Dipl.-Ing. Mariem Slimani (in Elternzeit) Peter Transfeld, M.Sc. Dipl.-Ing. Simon Walz Ziyue Zhao, M.Eng.
Gastwissenschaftler	Domingo López Oller, M.Sc. (05.01. bis 02.04.2015) Universidad de Granada, Granada, Spanien Dr. Ke Guan (31.01. bis 26.02.2015 und 17.04. bis 04.05.2015), Beijing Jiaotong University, Beijing, China
Technischer Angestellter	Andreas Gudat
Sekretariat	Ronja Haase Jutta Nottbohm Nina Andersen (in Elternzeit)
Bibliothek	Rudolf Görke
Elektrotechnische Assistentinnen	Petra Beyer Boguslaw Brandt Eike-Asslo Erichsen-Rua Simone Sengpiel
Feinmechanische Werkstatt	Uwe Hellrung (Feinmechaniker-Meister, Werkstattleiter)

Aus der Lehre

Hier soll ein kurzer Überblick über die am Institut laufenden Lehrveranstaltungen gegeben werden. Ausführlichere Informationen sind auf unserer Homepage im Internet unter <http://www.ifn.ing.tu-bs.de/> zu finden.

Vorlesungen (SS 2015, WS 2015/16):

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers

Grundlagen der Informationstechnik	(WS)	2V
Signalübertragung	(SS)	4V, 2Ü
Rechnerübung zur Signalübertragung	(SS)	2Ü
Bildkommunikation I	(WS)	2V
Bildkommunikation II	(SS)	2V
Aktuelle Systeme für die Elektronischen Medien	(WS)	2V

Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner

Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	(WS)	2V, 2Ü
Codierungstheorie	(SS)	2V, 1Ü
Rechnerübung zur Codierungstheorie	(SS)	1Ü
Grundlagen des Mobilfunks	(WS)	2,5V, 1,5Ü
Planung terrestrischer Funknetze	(SS)	2V
Rechnerübung zur Planung terrestrischer Funknetze	(SS)	2Ü
Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen	(SS)	2V
Rechnerübung zur Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen	(SS)	2Ü
Advanced Topics in Mobile Radio Systems	(WS)	2V, 1Ü

Prof. Dr.-Ing. Tim Fingscheidt

Mustererkennung	(WS)	2V, 2S
Digitale Signalverarbeitung	(SS/WS)	2V, 1Ü
Rechnerübung zur digitalen Signalverarbeitung	(SS/WS)	2Ü
Sprachkommunikation	(WS)	2V
Rechnerübung Sprachkommunikation	(WS)	2Ü
Einführung in die Elektrotechnik für Medienwissenschaftler	(SS)	2V, 1Ü
Elektrotechnische Grundlagen der Technischen Informatik	(SS)	2V, 1Ü
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)	(SS)	2V, 2S

Lehraufträge an der TU Braunschweig:

Prof. Dr.-Ing. Rainer Heiß

Steuerung von Forschungs- und Entwicklungsprozessen (WS) 2V

Dr.-Ing. habil. Thomas Kleine-Ostmann

Hochfrequenz- und Mobilfunkmesstechnik (WS) 2V, 2Ü

Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz

Elektroakustik (WS) 2V

Zur Betreuung der Vorlesungen und der zugehörigen Prüfungen bzw. für die Vorlesungsversuche standen folgende Wissenschaftliche Mitarbeiter zur Verfügung:

Grundlagen der Informationstechnik	Juretzek
Signalübertragung	Ilse, Rother
Bildkommunikation I	Schlegel
Bildkommunikation II	Walz
Aktuelle Systeme für die Elektronischen Medien	Jackisch
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	Rey
Codierungstheorie	Baumgarten
Grundlagen des Mobilfunks	Möller
Planung terrestrischer Funknetze	Dreyer
Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen	Hahn
Advanced Topics in Mobile Radio Systems	Peng
Mustererkennung	Meyer
Digitale Signalverarbeitung	Abel, Elshamy
Sprachkommunikation	Receveur
Einführung in die Elektrotechnik für Medienwissenschaftler	Transfeld
Elektrotechnische Grundlagen der Technischen Informatik	Transfeld
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)	Receveur
Steuerung von Forschungs- und Entwicklungsprozessen	Ilse
Hochfrequenz- und Mobilfunkmesstechnik	Fricke
Elektroakustik	Walz

Die Übungen und Seminare sowie das Labor wurden von folgenden Wissenschaftlichen Mitarbeitern durchgeführt:

Signalübertragung	Ilсен, Rother
Rechnerübung zur Signalübertragung	Ilсен
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	Rey
Codierungstheorie	Baumgarten
Rechnerübung zur Codierungstheorie	Baumgarten
Grundlagen des Mobilfunks	Möller
Rechnerübung zur Planung terrestrischer Funknetze	Dreyer
Rechnerübung zur Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen	Hahn
Advanced Topics in Mobile Radio Systems	Peng
Mustererkennung	Meyer
Digitale Signalverarbeitung	Abel, Elshamy
Rechnerübung zur digitalen Signalverarbeitung	Abel, Elshamy
Rechnerübung Sprachkommunikation	Receveur
Einführung in die Elektrotechnik für Medienwissenschaftler	Transfeld
Elektrotechnische Grundlagen der Technischen Informatik	Transfeld
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)	Receveur
Hochfrequenz- und Mobilfunkmesstechnik	Fricke

Studienseminar Nachrichtentechnik:

Prof. Fingscheidt, Prof. Kürner und Prof. Reimers unter Mitwirkung von Herrn Meyer

Nachrichtentechnische Praktika:

Praktikum für Nachrichtentechnik (Peter Schlegel)	(WS) 4Ü
Softwareentwicklungspraktikum (SEP)	(SS) 4Ü
(Dennis Rose, Daniel Rother)	

Kolloquium Nachrichtentechnik:

Prof. Fingscheidt, Prof. Kürner, Prof. Reimers

Ringvorlesung Elektrotechnik und Informationstechnik:

Die Hochschullehrer der Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik	(SS) 2V
--	---------

Elektroakustik-Exkursion

Die Exkursion zur Vorlesung Elektroakustik fand am 04.02.2015 statt. Prof. Schmitz und Simon Walz begleiteten insgesamt 21 Studierende zur Firma Sennheiser in die Wedemark bei Hannover und anschließend zur Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. Bei der Firma Sennheiser wurden die automatischen und manuellen Produktionsanlagen für Mikrofone besichtigt und ein Einblick in die Firmenstruktur und -philosophie gegeben. Anschließend wurden im Fachbereich für angewandte Akustik der PTB verschiedene Experimente in den akustischen Prüfräumen vorgeführt und erläutert. Für die Studierenden schaffte die Exkursion eine Verbindung zwischen den in der Vorlesung dargelegten Inhalten und deren Anwendung.

Simon Walz

Exkursion zur IEEE 802 Plenary Session in Berlin

In aller Frühe am 10. März brachen neun Studierende, begleitet von Bile Peng, mit der Bahn von Braunschweig nach Berlin auf. Ihr Ziel war die Plenary Session der IEEE 802 Standardisierungsorganisation, die in dieser Woche in Berlin zu Gast war.

Schon seit einigen Jahren trägt die Mobilfunkgruppe zur Standardisierung von WLAN-(Wireless Local Area Network-) und WPAN-(Wireless Personal Area Network-)Systemen in den verschiedenen Working Groups von IEEE 802 bei. Dazu reisen Prof. Kürner und einige WiMis – in Berlin sogar drei gleichzeitig – zu den mehrfach im Jahr stattfindenden einwöchigen „Plenary Sessions“. Der Schwerpunkt der IEEE 802.15 Task Group 3d war die Überarbeitung verschiedener Dokumente für den Call for Proposals zur Entwicklung eines ersten Übertragungsstandards bei Trägerfrequenzen von 300 GHz. Zusätzlich wurde die Gründung der Task Group 3e für einen „High Rate Close Proximity“-Standard bei 60 GHz mit bis zu 100 Gbit/s für sehr kurze Punkt-zu-Punkt-Verbindungen vorbereitet.

Im Rahmen des IEEE University Outreach Programs konnten sich die Braunschweiger Studierenden einen Tag lang einen Eindruck verschaffen, wie zukünftige Standards entstehen. Nach einer Einführung in die Arbeitsweise von IEEE 802 konnten sie sich aussuchen, in welche Interest, Study, oder Task Groups sie hineinschnuppern wollten. Als besonderes Highlight berichteten einige Studierende später von der teils sehr kontroversen Diskussion über die Koexistenz bzw. Kooperation von WLAN- und LTE-Systemen im 5-GHz-Band. Nach einem

langen Tag erreichten die Studierenden am sehr späten Abend wieder Braunschweig.



Die „Braunschweiger Delegation“ in einer Konferenz-Pause

Ein besonderer Dank gilt dem Braunschweigischen Hochschulbund, der die Konferenzgebühr der Studierenden freundlicherweise übernommen hatte.

Sebastian Rey

Süddeutschland-Exkursion 2015

Gemeinsam mit dem Institut für Hochfrequenztechnik (IHF) veranstaltet das IfN alle zwei bis drei Jahre eine stets beliebte studentische Exkursion nach Süddeutschland. 30 Teilnehmerinnen und Teilnehmer (die Exkursion war natürlich ausgebucht) sowie Prof. Reimers und Herr Ilse vom IfN und Prof. Schöbel, Prof. Schneider und Herr Charfi vom IHF fuhren in der Pfingstwoche in Richtung München.

Ein kleiner Umweg führte uns zunächst zur DFS Deutsche Flugsicherung nach Langen bei Frankfurt am Main. Dort erhielten wir Einblicke in die Tätigkeiten und Innovationen in der Flugsicherung und in die Arbeitsgebiete des Hochfrequenzlabors der DFS. Danach ging es weiter nach München, wo am Folgetag die Besichtigung des Bayerischen Rundfunks auf dem Programm stand. Dort konnten wir Fernsehstudios, Übertragungswagen, Schalträume und die Sendearbeitung besichtigen und den Wandel zur „trimedialen“ Sendeanstalt nachvollziehen – hierbei sollen die Redaktionen für Radio, Fernsehen und Internet

näher zusammenwachsen und Inhalte gemeinsam produzieren. Den gemütlichen Abschluss des Tages bildete eine von Prof. Reimers geleitete Stadtführung durch München sowie ein gemeinsames Abendessen beim Augustiner Klosterwirt.



Exkursionsteilnehmerinnen und -teilnehmer beim gemeinsamen Stadtrundgang in München, hier im Hofgarten der Münchner Residenz

Ebenfalls in München besuchten wir am dritten Tag der Exkursion Rohde & Schwarz. Zahlreiche Fachvorträge zu verschiedenen Produktgruppen und zum Ablauf von Produktentwicklungen sowie eine Showroom-Führung boten einen Einblick in das Arbeitsleben und die Produktpalette bei einem weltbekannten Hersteller von Kommunikations- und Hochfrequenztechnik.

Die letzte Station der Exkursion war das Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) in Erlangen. Nach einer allgemeinen Präsentation zu Struktur und Aufgaben der Fraunhofergesellschaft warteten dort zahlreiche beeindruckende Demonstrationen zu Forschungsthemen im Bereich des Rundfunks und Mobilfunks auf uns.

Während der anschließenden Heimfahrt äußerten sich die Studierenden überaus zufrieden mit dem Gebotenen. Insbesondere die Betreuung und Gastfreundlichkeit bei allen besuchten Unternehmen fielen dabei positiv auf. Einige Wochen nach der Exkursion bot ein abschließendes Grillen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern noch einmal die Möglichkeit, ihre Erlebnisse und Fotos auszutauschen.

Stefan Ilsen

Besondere Ereignisse

- Die Consumer Electronics Society des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) publiziert in dem von ihr herausgegebenen „IEEE Consumer Electronics Magazine“ seit Jahresbeginn eine Serie von Beiträgen über KollegInnen, die besondere Beiträge zur Entwicklung des Fachgebietes geleistet haben. Sie nennt diese „Champion in our Midst“. Im April 2015 erhielt Prof. Reimers diesen Ehrentitel.
- Das IfN-Projekt „Tower Overlay over LTE-A+“ war einer der Sieger des Wettbewerbs „365 Orte im Land der Ideen“. Im Rahmen der TU Night am 27. Juni 2015 wurden wir zum „Ausgezeichneten Ort in Deutschland 2015“ ernannt.
- Vom 23. bis 26. August 2015 fand die 13th Intern. Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR) in Nancy, Frankreich statt, bei der Dr. Märgner als General Co-Chair fungierte.
- Am 31. August und 1. September 2015 fand – nun mittlerweile schon zum vierten Mal – die Klausurtagung der Abteilung Mobilfunksysteme statt. Ziel der alle zwei Jahre stattfindenden Veranstaltung ist die Identifikation von Synergien in den Forschungsprojekten sowie die Optimierung der Abläufe in der Abteilung. Als Veranstaltungsort wurde in diesem Jahr die Jugendherberge in Schöningen ausgewählt.
- Auf der diesjährigen Interspeech-Tagung, die vom 6. bis 10. September 2015 in Dresden durchgeführt wurde, gab es am 7. September eine gemeinsame Sitzung der Fachausschüsse (FA) 4.3 (Sprachakustik) und 4.4 (Sprachverarbeitung) der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) des VDE. Dort wurde Prof. Fingscheidt von den Mitgliedern zum neuen Fachausschussvorsitzenden des FA 4.3 gewählt. Die genannten Fachausschüsse traten bisher vornehmlich durch die mittlerweile wieder im Zweijahres-Turnus organisierte ITG-Fachtagung Sprachkommunikation in Erscheinung.
- Herr Kolossa wurde von dem europäischen Human Brain Project eingeladen, am 10. September 2015 auf der Tagung „Probabilistic Inference and the Brain“ in Paris den Vortrag „A Computational Analysis of the Bayesian Brain“ zu halten.
- Vom 20. September bis 2. Oktober 2015 fand im Rahmen des DAAD-Projektes „Masterstudiengang Informationstechnik und Hochschulnetzwerk“ eine von Dr. Märgner zusammen mit Prof. Amiri von der Universität Tunis El Manar am IfN organisierte Sommerschule für Studierende und Dozenten der Universität Tunis El Manar zum Thema Informationstechnik statt.
- Vom 28. September bis 2. Oktober 2015 fand im Rahmen der European School of Antennas (ESoA) am IfN ein von Prof. Kürner geleiteter Kurs zum Thema „Large Scale Propagation“ statt.

Kontakte zu Firmen und öffentlichen Institutionen

Alcatel-Lucent Deutschland AG, Stuttgart

EU-Projekt iBroW

(Herren Heitto, Pascht, Schattauer, Templ)

artec technologies, Diepholz

ZIM-Projekt Audioradar

(Herren Binder, Hoffmann, Martens, Schypior)

Atesio GmbH, Berlin

COST IC1004

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR

(Dr. Eisenblätter, Dr. Götz, Dr. Türke)

Auerswald GmbH & Co. KG, Cremlingen

ZIM-Projekt VoiceMail by Voice

(Herren Auerswald, Burgdorf, Gabriel, Köhler, Neumann, Tewes)

Canon Research Center France, Rennes, Frankreich

Projekt THz-Ausbreitungsmodellierung

(Herren Achir, Boucachard, Frouin, Le Bars, Rousseau, Sevin-Renault)

Citrix Systems GmbH, Dresden

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

(Herren Kaden, Paetzold, Pranke, Reindl, Vicinus)

Cologne Broadcasting Center, Köln

Kooperationsvertrag Digitale Übertragungstechnik

(Herren Combüchen, Harscheidt, Indek, Prahl)

CST Global, Glasgow, Großbritannien

EU-Projekt iBroW

(Herr Cantu, Frau Kane, Herren Meredith, Slight)

Deutsche Funkturm GmbH, Münster

Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung

(Herr Marold)

Deutsche Telekom Laboratories, Berlin

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

(Prof. Möller, Dr. Raake)

Deutsche Telekom Technik GmbH, Darmstadt und Bonn

Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung

Projekt Ausbreitungsmodellierung

(Dr. Beyer, Dr. Unger)

E-Plus Mobilfunk GmbH & Co. KG, Düsseldorf

Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung

(Herr Heideck, Dr. Menzel)

Ericsson AB, Linköping, Schweden

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR

(Dr. Amirijoo, Prof. Gunnarsson, Herren Ramachandra, Wang, Frau Zetterberg)

European Broadcasting Union (EBU), Genf, Schweiz

Projektbüro des DVB-Projektes

(Frau Gianetti, Herr Kolff, Frau Markvoort, Dr. Siebert)

European Media Laboratory GmbH, Heidelberg

DFG-Erkenntnistransferprojekt Sprachbandbreitenerweiterung

(Dr. Fischer, Dr. Kunzmann)

eye square GmbH, Berlin

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

(Herr Thielke)

GatesAir Inc., Mason, OH, USA

Forschungsprojekt Tower Overlay over LTE-A+

(Herren Redmond, Seccia, Stockmann)

Google, New York City, NY, USA

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

(Dr. Bacchiani, Dr. Moreno, Dr. Siohan)

HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath

ZIM-Projekt Car in a Box

(Herren Eisbein, Landauer, Dr. Mauer, Herr Schulte-Coerne, Dr. Spiertz)

IAF GmbH, Braunschweig

ZIM-Projekt DOCSIS 3.1

(Herren Drischler, Juchems)

IAV GmbH, Gifhorn

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Herren Bork, Papendieck)

IBM T.J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY, USA

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Dr. Ramabhadran)

Imtradex Hör-/Sprechsysteme GmbH

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Herr Luedicke)

innovationslabor GmbH, Berlin

ZIM-Projekte Sprachverarbeitung, Handschrifterkennung
(Herren Pavlov, Schmidt)

ITUC, Lehre-Wendhausen

ZIM-Projekt Handschrifterkennung
(Herren Diosegi, Friemelt, Frau Herberg, Herren Jurzitza, Lambrecht, Multzsch)

ITU-T (International Telecommunications Union), Genf, Schweiz

Internationale Standardisierung für Sprachkommunikation im Kfz (SG12)
(Dr. Gierlich)

iTUBS (Innovationsgesellschaft Technische Universität Braunschweig mbH)

Technologietransferzentrum Sprachtechnologie
Technologietransferzentrum Medientechnik und Medienpolitik, Vorsitz des Aufsichtsrates
(Herren Koch, Nelius)

III V Lab, Marcoussis, Frankreich

EU-Projekt iBroW
(Herren Achouche, Corsi, Mazerolle)

IQE Silicon Compounds, Cardiff, Großbritannien

EU-Projekt iBroW
(Herren Davies, Harper)

KWS Electronic, Großkarolinenfeld

ZIM-Projekt DOCSIS 3.1
(Herren Blabsreiter, Schenk)

Media Broadcast GmbH, Berlin

Forschungsprojekt Redundancy on Demand
(Herren Burow, Kattanek, Krüger)

Meissner Unternehmensberatung, Niederhelfenschwil, Schweiz

Projekt TERAPAN
(Dr. Meissner)

Microsoft Phone Technology, Tampere, Finnland

Forschungsvorhaben künstliche Sprach-Bandbreitenerweiterung
(Herr Myllylä, Dr. Pulakka, Dr. Sjöberg)

Niedersächsische Landesmedienanstalt, Hannover

Optimierung von DAB+ für Lokalsender
(Herr Fischer, Dr. Jaeger)

Nokia, München

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR
(Herren Frenzel, Lobinger, Lohmüller, Frau Sartori, Herr Schmelz, Dr. Willcock)

Nuance Communications Aachen GmbH, Ulm

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Dr. Haulick, Dr. Matheja)

NXP Software, Leuven, Belgien

Forschungsprojekt Sprachverarbeitung
(Herr Guillaumé, Dr. Kaniewska, Dr. Madhu, Dr. Spriet, Dr. Tirry)

Optocap, Livingston, Großbritannien

EU-Projekt iBroW
(Herren Duffy, Oxtoby)

Orange Labs France Telecom, Paris

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR
(Dr. Altmann, Frau Dr. Ben Jemaa, Herr Iacoboaiea, Frau Dr. Sayrac)

Pan Acoustics GmbH, Wolfenbüttel

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Herr Borgmann)

RAI Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica, Turin, Italien

Forschungsprojekt Tower Overlay over LTE-A+
(Herr Loiacono, Dr. Morello, Herr Ripamonti)

Robert Bosch GmbH, Braunschweig, Hildesheim und Stuttgart

Promotionsvorhaben C2X-Vernetzung über LTE

(Dr. Kleine-Besten, Herr Mazzola, Dr. Pöchmüller, Herr Schaaf)

Sony Deutschland GmbH, Stuttgart Technology Center, Stuttgart

Forschungs- und Entwicklungsvertrag ATSC 3.0

(Dr. Loghin, Dr. Schill, Herren Schneider, Stadelmeier)

**Sony Semiconductor & Electronic Solutions, Basingstoke,
Großbritannien**

Forschungs- und Entwicklungsvertrag ATSC 3.0

(Herr Atungsiri)

TDF, Paris

Forschungsprojekt Tower Overlay over LTE-A+

(Herren Brétilon, Grivet, Montalan)

Telefónica O₂ Germany GmbH & Co. OHG, München

Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung

(Herr Schönborn)

Telefónica, Madrid, Spanien

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR

(Herren Campoy, Fernandez Murias)

Vivid Components, Paderborn

EU-Projekt iBroW

(Herr Napier, Frau Napier)

VW AG, Konzernforschung, Wolfsburg

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

Promotionsvorhaben Adaptives Medienwahlsystem im Fahrzeug

Promotionsvorhaben Device-to-Device-Kommunikation

(Herr Alieiev, Frau Berner, Frau Blabl, Dr. Hehn, Dr. Schack, Herren Fliegner, Kwoczek, Schäfer)

Kontakte zu Forschungseinrichtungen

Aalto University, School of Electrical Engineering, Finnland

Forschungsvorhaben 60 GHz-Kommunikation

Forschungsvorhaben künstliche Sprach-Bandbreitenerweiterung

(Prof. Alku, Herr Semkin)

Ben Gurion University of the Negev (BGU), Beer-Sheva, Israel

DFG-Projekt HADARA

(Herr Asi, Prof. El-Sana)

Birzeit University, Birzeit, West Bank, Palästina

DFG-Projekt Historische Handschriften

Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

(Prof. Doclo, Prof. Gerkmann)

CEA-LETI, Grenoble, Frankreich

EU-Projekt iBroW

(Herren Carron, Fournel, Sanchez)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Braunschweig

Forschungsvorhaben Car2X-Kommunikation

(Herr Frankiewicz, Prof. Köster, Prof. Lemmer, Frau Möckel)

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis (ENIT), Tunis, Tunesien

DAAD-Studentenaustausch

Forschungsvorhaben Handschrifterkennung

(Prof. Amiri, Prof. Ellouze, Frau Dr. Snoussi Maddouri)

Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik (IAF), Freiburg

Projekt TERAPAN

(Prof. Ambacher, Dr. Leuther, Dr. Merkle, Dr. Tessmann, Frau Wagner)

Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI, Braunschweig

Forschungsvorhaben Wasserzeichen in historischen Dokumenten

(Herr Meinlschmidt)

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), Erlangen

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Herr Lutzky, Dr. Nagel)

Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel

Forschungsvorhaben Schreibererkennung
(Dr. Heitzmann, Dr. Lesser, Herr Schaßan, Dr. Stäcker)

iMinds, Antwerpen und Gent, Belgien

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR
(Prof. Blondia, Frau Prof. Moerman, Herr Sas, Frau Dr. Spaey, Herr Willemen)

INESC Porto, Porto, Portugal

EU-Projekt iBroW
(Herren Barbas, Pessoa, Salgado, Tavares)

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig

Forschungsvorhaben Tierstimmendetektion
(Prof. Jahns)

**Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für
Hochfrequenztechnik und Elektronik**

European School of Antennas
(Prof. Wiesbeck)

**Key State Lab for Railway Communication, Beijing Jiaotong
University, Beijing, China**

Forschungsvorhaben Eisenbahnkommunikation
(Prof. Ai, Dr. Guan, Prof. Zhang)

Koç University, Istanbul, Türkei

Forschungsvorhaben künstliche Sprach-Bandbreitenerweiterung
(Prof. Erzin, Dr. Turan)

McGill University, Montreal, Kanada

Forschungsvorhaben künstliche Sprach-Bandbreitenerweiterung
(Prof. Kabal, Prof. Nour-Eldin)

Medizinische Hochschule Hannover (MHH), Neurologie

Forschungsvorhaben Signalverarbeitung / EEG
(Prof. Kopp)

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig

Forschungsvorhaben Akustik

Forschungsvorhaben THz-Übertragung

(Dr. Kleine-Ostmann, Dr. Koch, Prof. Scholl, Dr. Schrader, Dr. Wittstock)

Qatar Mobility Innovations Center (QMIC), Doha, Katar

Projekt CellCar

(Dr. Filali, Dr. Hameed)

RWTH Aachen, Institut für Kommunikationssysteme, Aachen

Forschungsvorhaben künstliche Sprach-Bandbreitenerweiterung

(Herr Schlien, Prof. Vary)

Technion, Israel Institute of Technology, Haifa, Israel

Forschungsvorhaben künstliche Sprach-Bandbreitenerweiterung

(Prof. Cohen, Dr. Katsir, Prof. Malah)

Technische Universität Braunschweig, Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS)

BMWi-Projekt EnEff Campus 2020

(Frau Beier, Prof. Fisch)

Technische Universität Braunschweig, Institut für Hochfrequenztechnik (IHF)

Forschungsvorhaben 60 GHz-Messungen

(Herren Brückner, Monka, Prof. Schöbel)

Technische Universität Braunschweig, Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF)

Forschungsvorhaben Maschinenzustandserkennung

(Prof. Herrmann, Herr Neef, Dr. Thiede)

Technische Universität Graz, Österreich

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

(Dr. Mowlae)

TNO – Information and Communication Technology, Delft, Niederlande

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR

(Prof. Fledderus, Dr. Jorguseski, Dr. Litjens, Frau Oubuter, Herr Trichias, Prof. van den Berg)

Triangle R&D Center, Kofor Kara, Israel

DFG-Projekt HADARA

(Dr. Sabnee, Dr. Yehia)

tubs.CITY der TU Braunschweig

Mitgliedschaften im Center for Informatics and Information Technology

(Prof. Ernst, Prof. Fekete, Frau Jankowski, Prof. Magnor, Frau Prof. Robra-Bissantz, Prof. Wolf u. v. a.)

Università di Bologna, Italien

European School of Antennas

(Prof. Degli-Esposti, Prof. Fuschini)

Universität Stuttgart, Institut für Robuste Leistungshalbleitersysteme

Projekt TERAPAN

(Frau Dan, Frau Harati, Prof. Kallfass, Herr Meier)

Université Catholique de Louvain, Belgien

European School of Antennas

(Prof. Oestges)

Universiteit Utrecht, Niederlande

Forschungsvorhaben Signalverarbeitung / EEG

(Prof. Hoijtink)

University of the Algarve, Faro, Portugal

EU-Projekt iBroW

(Herren Cruz, Figueiredo, Morais, Romeira)

University of Glasgow, Großbritannien

EU-Projekt iBroW

(Herren Galloway, Kelly, Khalid, Wang, Wasige)

Vorträge und Veröffentlichungen

- [DRE/MÖL/KÜR1] Dreyer, N.; Wildschütte, F.; Hofmann, F.; Möller, A.; Kürner, T.:
Untersuchungen zur Latenz von zeitkritischen V2X Anwendungen über LTE. In Proc. 20. ITG-Fachtagung, S. 8-12, Osnabrück, Mai 2015.
- [ELS/FIN1] Elshamy, S.; Madhu, N.; Tirry, W.; Fingscheidt, T.:
An Iterative Speech Model-Based A Priori SNR Estimator. In Proc. Interspeech 2015, S. 1740-1744, Dresden, September 2015.
- [FIN1] Fingscheidt, T.:
From Communications to Pattern Recognition: Applying the Turbo Principle to Information Fusion in ASR. IBM T. J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY, USA, 1. Oktober 2015.
- [FIN2] Fingscheidt, T.:
From Communications to Pattern Recognition: Applying the Turbo Principle to Information Fusion in ASR. Google, New York, NY, USA, 2. Oktober 2015.
- [FIN3] Fingscheidt, T.:
Warum die Welt die Ingenieure nicht immer versteht. VDI-Bezirksverein Braunschweig, „Ingenieure – die Zukunft im Norden“, Wolfenbüttel, 6. November 2015.
- [FRI/KÜR1] Fricke, A.; Achir, M.; Le Bars, P.; Kürner, T.:
Characterization of Transmission Scenarios for Terahertz Intra-Device Communications. In Proc. Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications 2015 (APWC 2015), elektronisch (4 Seiten), Turin, Italien, September 2015.
- [HAH/KÜR1] Lohmüller, S.; Eisenblätter, A.; Frenzel, C.; Götz, D.; Hahn, S.; Kürner, T.; Litjens, R.; Lobinger, A.; Sas, B.; Schmelz, L. C.; Türke, U.:
Policy-Based SON Management Demonstrator. In Proc. 81st Vehicular Technology Conference (VTC Spring), elektronisch (2 Seiten), Glasgow, Schottland, Mai 2015.

- [HAH/KÜR2] Hahn, S.; Götz, D.; Lohmüller, S.; Eisenblätter, A.; Schmelz, L. C.; Kürner, T.:
Classification of Cells Based on Mobile Network Context Information for the Management of SON Systems. In Proc. 81st Vehicular Technology Conference (VTC Spring), elektronisch (5 Seiten), Glasgow, Schottland, Oktober 2015.
- [HAH/ROS/KÜR3] Hahn, S.; Rose, D. M.; Sulak, J.; Kürner, T.:
Impact of Realistic Pedestrian Mobility Modelling in the Context of Mobile Network Simulation Scenarios. In Proc. 81st Vehicular Technology Conference (VTC Spring), elektronisch (5 Seiten), Glasgow, Schottland, Mai 2015.
- [HAH1] Hahn, S.:
Policy-Based SON Management. RAN World, Düsseldorf, 20. Januar 2015.
- [HAH2] Hahn, S.; Lohmüller, S.:
Policy-Based SON Management. ISWCS 2015 – SEMAFOUR Workshop on Self-Management for Unified Heterogeneous Radio Access Networks, Brüssel, 25. August 2015.
- [HAN/FIN1] Han, S.; Fingscheidt, T.:
Lloyd-Max Quantization of Correlated Processes: How to Obtain Gains by Receiver-Sided Time-Variant Codebooks. In Proc. 10th International ITG Conference on Systems, Communications and Coding (SCC 2015), elektronisch (6 Seiten), Hamburg, Februar 2015.
- [HAN/FIN2] Han, S.; Fingscheidt, T.:
An Improved ADPCM Decoder by Adaptively Controlled Quantization Interval Centroids. In Proc. 23rd European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2015), S. 335-339, Nizza, September 2015.
- [HAN/FIN3] Han, S.; Fingscheidt, T.:
Robust MPEG-4 High-Efficiency AAC With Fixed- and Variable-Length Soft-Decision Decoding. In Proc. 139th International Audio Engineering Society Convention (AES 2015), elektronisch (10 Seiten), New York, NY, USA, Oktober 2015.

- [ILS/JUR/ROT2] Ilsen, S.; Juretzek, F.; Rother, D.:
Advances in TV Delivery – LTE Mobile Offload. Gate-
 sAir Connect IBC 2015, Amsterdam, 12. September
 2015.
- [ILS/ROT/JUR1] Ilsen, S.; Rother, D.; Juretzek, F.; Seccia, J.; Brétil-
 lon, P.; Ripamonti, S.:
*Tower Overlay over LTE-Advanced+ (TOoL+) – Field
 Trial Results*. In Proc. 2015 IEEE International Con-
 ference on Consumer Electronics – Berlin (ICCE-
 Berlin), elektronisch (5 Seiten), Berlin, September
 2015.
- [JUR/ILS/ROT1] Juretzek, F.; Ilsen, S.; Rother, D.:
*Tower Overlay over LTE-Advanced+ (TOoL+) – Field
 Trial Results*. EBU CTN-Mobile Project Group, Mün-
 chen, 23. Oktober 2015.
- [JUR1] Juretzek, F.:
Tower Overlay over LTE-Advanced+ (TOoL+). Deut-
 sche TV Plattform – AG Broadcast Infrastruktur,
 Frankfurt (Main), 9. Oktober 2015.
- [KOL/FIN1] Kopp, B.; Kolossa, A.; Fingscheidt, T.:
Electrophysiology of the Bayesian Brain. Federa-
 tion of European Neuroscience Societies (FENS):
 Bridging Neural Mechanisms and Cognition, Kopen-
 hagen, 19. April 2015.
- [KOL/FIN2] Kopp, B.; Kolossa, A.; Fingscheidt, T.:
Electrophysiology of the Bayesian Brain. Summer
 School & Workshop 'The Predictive Brain' (EPOS),
 Amsterdam, 4. Juni 2015.
- [KOL/FIN3] Kolossa, A.; Fingscheidt, T.; Kopp, B.:
A Computational Analysis of the Bayesian Brain.
 Workshop of the Human Brain Project: Probabilistic
 Inference and the Brain, Paris, 10. September 2015.
- [KÜR/FRI/REY/PEN1] Kürner, T.; Fricke, A.; Rey, S.; Peng, B.:
*Towards Wireless 100 Gb/s for Switched Point-to-
 Point Links*. In Proc. Workshop WMB Terahertz-
 Wave Wireless Communications IMS2015, elektro-
 nisch (27 Seiten), Phoenix, AZ, USA, Mai 2015.

- [KÜR/LIS1] • Kürner, T.; Liso Nicolás, M.: *Beschreibung und Korrektur von GNSS-Mehrwegeeffekten mittels Ray-Tracing und Software-Empfänger (BERTA)*. Shaker, S. 1-64, 2015.
- [KÜR/REY/FRI/PEN1] Kürner, T.; Rey, S.; Fricke, A.; Peng, B.: *THz Communications*. 35th Meeting of Wireless World Research Forum (WWRF), Kopenhagen, 15. Oktober 2015.
- [KÜR/REY/FRI/PEN2] Kürner, T.; Rey, S.; Fricke, A.; Peng, B.: *Towards 100 Gbit/s wireless point-to-point links at 300 GHz*. Symposium at Keck Center for Terahertz Communications and Imaging, Rice University, Houston, TX, USA, 6. November 2015.
- [KÜR1] Song, H.-J.; Priebe, S.; Kürner, T.: *THz Wireless Communications*. Handbook of Terahertz Technologies: Devices and Applications, CRC Press Book, S. 495-526, 2015.
- [KÜR10] Kürner, T.: *Ultra-high Data Rate Transmission with steerable Antennas at 300 GHz*. Presentation at NGMN Industry Conference and Exhibition, Frankfurt (Main), März 2015.
- [KÜR2] Abbas, T.; Nuckelt, J.; Kürner, T.; Zemen, T.; Mecklenbräuker, C.; Tufvesson, F.: *Simulation and Measurement-Based Vehicle-to-Vehicle Channel Characterization: Accuracy and Constraint Analysis*. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 63, No. 7, S. 3208-3218, 2015.
- [KÜR3] Ai, B.; Guan, K.; Rupp, M.; Kürner, T.; Cheng, X.; Yin, X.-F.; Wang, Q.; Ma, G.-Y.; Li, Y.; Xiong, L.; Ding, J.-W.: *Future Railway Services Oriented Mobile Communication Network*. IEEE Communications Magazine, Vol. 53, No. 10, S. 78-85, 2015.

- [KÜR4] Paschalidis, P.; Nuckelt, J.; Mahler, K.; Peter, M.; Kortke, A.; Wisoztki, M.; Keusgen, W.; Kürner, T.: *Investigation of MPC Correlation and Angular Characteristics in the Vehicular Urban Intersection Channel Using Channel Sounding and Ray-Tracing*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, elektronisch (15 Seiten), 2015.
- [KÜR5] Nuckelt, J.; Schack, M.; Kürner, T.: *Geometry-Based Path Interpolation for Rapid Ray-Optical Modeling of Vehicular Channels*. In Proc. 9th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2015), elektronisch (5 Seiten), Lissabon, April 2015.
- [KÜR6] Mazzola, M.; Schaaf, G.; Niewels, F.; Kürner, T.: *Exploration of Centralized Car2X-Systems over LTE*. In Proc. 81st Vehicular Technology Conference (VTC Spring), elektronisch (5 Seiten), Glasgow, Schottland, Mai 2015.
- [LIS/MÖL/KÜR1] Guan, K.; Ai, B.; Liso Nicolás, M.; Geise, R.; Möller, A.; Zhong, Z.; Kürner, T.: *On The Influence of Scattering from Traffic Signs in Vehicle-to-X Communications*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, elektronisch (15 Seiten), 2015.
- [MEY/FIN1] Bavendiek, A.-K.; Thiele, L.; Meyer, P.; Vietor, T.; Kauffeld, S.; Fingscheidt, T.: *Meetings in the Product Development Process: Applying Design Methods to Improve Team Interaction and Meeting Outcomes*. In Proc. 20th International Conference on Engineering Design (ICED15), S. 319-328, Mailand, Juli 2015.
- [MÖL/BAUM/KÜR1] Möller, A.; Baumgarten, J.; Hameed Mir, Z.; Filali, F.; Kürner, T.: *Realistic Simulation Scenario for Hybrid LTE / IEEE 802.11p Vehicular Communication*. In Proc. 9th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2015), elektronisch (5 Seiten), Lissabon, April 2015.

- [PAL1] Palka, P.:
TV White Space Utility in Urban and Rural Environments. In Proc. IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting 201, elektronisch (8 Seiten), Ghent, Belgien, Juni 2015.
- [PEN/KÜR1] Peng, B.; Kürner, T.:
A Stochastic Channel Model for Future Wireless THz Data Centers. In Proc. International Symposium on Wireless Communication Systems 2015, elektronisch (5 Seiten), Brüssel, August 2015.
- [PEN/REY/KÜR1] Peng, B.; Priebe, S.; Rey, S.; Kürner, T.:
Angle of Arrival Estimation for Moving User Equipment with Application to Indoor Terahertz Communications Using Grid Based Bayesian Filter. In Proc. 9th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2015), elektronisch (5 Seiten), Den Haag, April 2015.
- [REC/FIN1] Receveur, S.; Scheler, D.; Fingscheidt, T.:
A Turbo-Decoding Weighted Forward-Backward Algorithm for Multimodal Speech Recognition. Situated Dialog in Speech-Based Human-Computer Interaction, Signals and Communication Technology, Kapitel 16, Springer International Publishing, elektronisch (14 Seiten), 2015.
- [REI1] Reimers, U.:
Digital Video Broadcast. IEEE Consumer Electronics Magazine, Vol. 4, No. 2, S. 71-78, 2015.
- [REI2] Reimers, U.:
Konvergenz zwischen drahtlosen Breitband- und Broadcastnetzen. IT Gipfel, Fokusgruppe „Konvergenz der Netze“, Berlin, 9. März 2015.
- [REI3] Reimers, U.:
5G for Mobile Video. DVB World 2015, Kopenhagen, 24. März 2015.

- [REI4] Reimers, U.:
The Future Role of Broadcast in a World of Wireless Broadband (Invited Keynote). IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting 2015, Ghent, Belgium, 18. Juni 2015.
- [REI5] Reimers, U.:
DVB-x2 – The Second Generation Digital Broadcast Systems. Ecole Nationale d'Ingénieur de Tunis, Tunis, 21. Oktober 2015.
- [ROS/BAUM/HAH/KÜR2] Rose, D. M.; Baumgarten, J.; Hahn, S.; Kürner, T.:
SiMoNe – Simulator for Mobile Networks: System-Level Simulations in the Context of Realistic Scenarios. In Proc. 81st Vehicular Technology Conference (VTC Spring), elektronisch (7 Seiten), Glasgow, Schottland, Mai 2015.
- [ROS/HAH/KÜR1] Rose, D. M.; Hahn, S.; Kürner, T.:
User Mobility Modelling in the Context of Mobile Network Optimisation. In Proc. European Conference on Networks and Communications (EuCNC 2015), elektronisch (3 Seiten), Paris, Juli 2015.
- [ROS/HAH/KÜR2] Rose, D. M.; Hahn, S.; Kürner, T.:
A Demonstration of SiMoNe (Simulator for Mobile Networks) – Bringing Realistic System-Level Simulations to the Next Level. Joint NEWCOM#/COST Workshop on Wireless Communications JNCW 2015, Barcelona, 14. Oktober 2015.
- [SLI/SCHL/REI1] Slimani, M.; Robert, J.; Schlegel, P.; Reimers, U.; Burrow, R.; Kattanek, F.; Pfeffer, R.; Stadelmeier, L.:
Results of the DVB-T2 Field Trial in Germany. IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. 61, No. 2, S. 177-194, 2015.
- [TRA/FIN1] Transfeld, P.; Fingscheidt, T.:
Akustische Quellenlokalisierung zur Überwachung in halliger Umgebung. In Proc. Innosecure 2015, S. 41-49, Velbert, April 2015.

- [TRA/FIN2] Transfeld, P.; Martens, U.; Binder, H.; Schypior, T.; Fingscheidt, T.:
Acoustic Event Source Localization for Surveillance in Reverberant Environments Supported by an Event Onset Detection. In Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), S. 2629-2633, Brisbane, Australien, April 2015.
- [TRA/FIN3] Transfeld, P.; Martens, U.; Binder, H.; Schypior, T.; Fingscheidt, T.:
Acoustic Event Source Localization Supporting a Video Surveillance System. In Proc. Future Security 2015, S. 209-216, Berlin, September 2015.
- [TRA/REC/FIN1] Transfeld, P.; Receveur, S.; Fingscheidt, T.:
An Acoustic Event Detection Framework and Evaluation Metric for Surveillance in Cars. In Proc. INTERSPEECH 2015, S. 2927-2931, Dresden, September 2015.
- [ZÖL/QI1] Zöllner, J.; Qi, J.; Robert, J.; Stadelmeier, L.:
Redundancy on Demand – Verbesserung der terrestrischen TV-Versorgung mit Hilfe des Internets. FKT Fachzeitschrift für Fernsehen, Film und elektronische Medien, Schiele & Schön, No. 08-09, S. 388-392, 2015.
- [ZÖL1] Zöllner, J.:
The Future Role of Broadcast in a World of Wireless Broadband. Sound, Vision & Games – Techniken für Medien im Internet-Zeitalter, Hannover, 22. September 2015.

Im Rahmen der Arbeiten nationaler und internationaler kooperativer Projekte wurden vorgelegt:

- [DRE/HAH/HOF/KÜR1] Dreyer, N.; Hahn, S.; Hoffmann, H.; Kürner, T.; et al.:
Demonstration Scenarios (Updated Version). SEMAFOUR D3.4, elektronisch (48 Seiten), www.fp7-semafour.eu, Mai 2015.

- [DRE/HOF/KÜR1] Dreyer, N.; Hoffmann, H.; Kürner, T.; et al.: *SON Functions for Integrated Multi-layer and Multi-RAT Networks*. SEMAFOUR D4.3, elektronisch (172 Seiten), www.fp7-semafour.eu, Mai 2015.
- [DRE/MÖL1] Dreyer, N.; Möller, A.: *Interconnection of IEEE 802.11p and LTE System Level Simulators*. Deliverable D5.1 – CellCar, Advanced Cellular Technologies for Connected Cars, elektronisch (17 Seiten), www.cellcar.org, Oktober 2015.
- [FIN/MAE/PAN/FEC1] Fingscheidt, T.; Märgner, V.; Pantke, W.; Fecker, D.; El-Sana, J.; Yehia, M.: *Ancient Arabic Document Analysis – Final Report of the Trilateral Project*. HADARA, elektronisch (17 Seiten), www.ifn.ing.tu-bs.de/research/data/hadara, März 2015.
- [FRI/KÜR2] Fricke, A.; Kürner, T.: *Measuring the Terahertz Intra-Device Propagation Channel*. IEEE 802.15 Document 15-15-0166-01-003d, elektronisch (15 Seiten), Berlin, März 2015.
- [FRI/KÜR3] Fricke, A.; Kürner, T.: *Direct and Directed NLOS Channel Measurements for Intra-Device Communications*. IEEE 802.15 Document 15-15-0528-01-003d, elektronisch (18 Seiten), Waikoloa, HI, USA, Oktober 2015.
- [HAH/BAUM/DRE/KÜR1] Hahn, S.; Baumgarten, J.; Dreyer, N.; Kürner, T.; et al.: *Final Report on a Unified Self-Management System for Heterogeneous Radio Access Networks (Editor)*. SEMAFOUR D6.6, elektronisch (106 Seiten), www.fp7-semafour.eu, August 2015.
- [HAH/HOF1] Hahn, S.; Hoffmann, H.; et al.: *Integrated SON Management – Policy Transformation and Operational SON Coordination (Final Results)*. SEMAFOUR D5.3, elektronisch (86 Seiten), www.fp7-semafour.eu, Februar 2015.

- [HAH/ROS/KÜR1] Hahn, S.; Rose, D. M.; Sulak, J.; Kürner, T.: *Impact of Realistic Pedestrian Mobility Modelling in the Context of Mobile Network Simulation Scenarios*. In Proc. COST IC1004 12th MC & Scientific Meeting, elektronisch (5 Seiten), Dublin, Januar 2015.
- [HAH/ROS/KÜR2] Hahn, S.; Rose, D. M.; Kürner, T.: *User Behaviour in the Context of Quality of Experience in Realistic Mobile Radio Networks*. In Proc. COST IC1004 13th MC & Scientific Meeting, elektronisch (5 Seiten), Valencia, Mai 2015.
- [HAH3] Hahn, S.; et al.: *Integrated SON Management – Implementation Recommendations*. SEMAFOUR D5.4, elektronisch (80 Seiten), www.fp7-semafour.eu, August 2015.
- [ILS/JUR/ROT1] Ilsen, S.; Juretzek, F.; Rother, D.: *Preliminary TOoL+ Paris Field Trial Results*. TOoL+ Project Workshop, Turin, 21. Mai 2015.
- [KÜR/BAUM/HAH1] Kürner, T.; Baumgarten, J.; Hahn, S.; et al.: *SON for Future Networks*. SEMAFOUR D4.4, elektronisch (50 Seiten), www.fp7-semafour.eu, Mai 2015.
- [KÜR/REY/ROS/FRI1] Kürner, T.; Rey, S.; Rose, D. M.; Jacob, M.; Fricke, A.: *Investigation of Antenna Near-Field Models for Site Certification Applications to the Federal Network Agency (BNetzA)*. Elektronisch (81 Seiten), Juni 2015.
- [KÜR/REY1] Kürner, T.; Rey, S.: *New Agenda Item Beyond 275 GHz*. 13. Sitzung des Arbeitskreis 1 zur Vorbereitung der WRC-15, elektronisch (3 Seiten), Mainz, April 2015.
- [KÜR/ROS/PEN/REY1] Pessoa, L.; Salgado, H.; Kürner, T.; Rose, D. M.; Peng, B.; Rey, S.; Figueiredo, J.; Cantu, H.; Pascht, A.; Templ, W.: *Report on RTD-based Communication Methods*. Innovative ultra-BROadband ubiquitous Wireless communications through terahertz transceivers, elektronisch (38 Seiten), Mai 2015.

- [KÜR7] Kürner, T.:
Proposal of a TG3d Channel Model for Wireless Backhaul / Fronthaul. IEEE 802.15 Document 15-15-0347-02-003d, elektronisch (20 Seiten), Vancouver, Kanada, Mai 2015.
- [KÜR8] Kürner, T.; et al.:
Multi-Layer LTE / Wi-Fi Access Network Selection – Results from the SEMAFOUR Project. IEEE 802.11 Document 11-15-0847r1, elektronisch (26 Seiten), Waikoloa, HI, USA, Juli 2015.
- [KÜR9] Kürner, T.:
Innovative ultra-BROadband ubiquitous Wireless communications through terahertz transceivers – H2020 iBROW. IEEE 802.15 Document 15-15-0516-00-003d, elektronisch (27 Seiten), Waikoloa, HI, USA, Juli 2015.
- [MÖL/DRE1] Möller, A.; Dreyer, N.; Hameed Mir, Z.:
Simulation Results and Performance Evaluation of IEEE 802.11p and LTE. Deliverable D4 – CellCar, Advanced Cellular Technologies for Connected Cars, elektronisch (27 Seiten), www.cellcar.org, Juni 2015.
- [PAN/FEC/FIN/MAE1] Pantke, W.; Fecker, D.; Asi, A.; Fingscheidt, T.; Märgner, V.; El-Sana, J.; Yehia, M.:
Work and Result Report (Ancient Arabic Document Analysis, HADARA). HADARA, elektronisch (163 Seiten), www.ifn.ing.tu-bs.de/research/data/hadara, März 2015.
- [PEN/KÜR2] Peng, B.; Kürner, T.:
Report on Target Application Scenarios and Requirements. iBroW Deliverable D1.3, elektronisch (15 Seiten), Oktober 2015.
- [PEN/KÜR3] Peng, B.; Kürner, T.:
Additional Text on Wireless Data Centers for the TG3d Channel Modelling Document (CMD). IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks (WPANs), elektronisch (9 Seiten), Juli 2015.

- [PEN/KÜR4] Peng, B.; Kürner, T.:
Angle of Arrival Estimation for Moving User Equipment with Application to Indoor Terahertz Communications Using a Grid Based Bayesian Filter. IEEE 802.15 Document 15-15-0553-00-003d, elektronisch (16 Seiten), Dallas, TX, USA, November 2015.
- [REC/FIN2] Receveur, S.; Fingscheidt, T.:
VoiceMail by Voice Abschlussbericht. Elektronisch (11 Seiten), Mai 2015.
- [REY/KÜR1] Rey, S.; Meier, D.; Kallfass, I.; Merkle, T.; Tessmann, A.; Kürner, T.:
TERAPAN: Ultra-high Data Rate Transmission with Steerable Antennas at 300 GHz. IEEE 802.15 Document 15-0167-02-0thz, elektronisch (12 Seiten), Berlin, März 2015.
- [REY/KÜR2] Rey, S.; Kürner, T.:
Regulatory Activity above 275 GHz in CEPT Region? IEEE 802.15 Document 15-15-0680-01-003d, elektronisch (8 Seiten), Bangkok, September 2015.
- [REY/KÜR3] Rey, S.; Kürner, T.:
Why/when is AWGN a Suitable Channel Model for Wireless Front-/Backhaul? IEEE 802.15 Document 15-15-0681-01-003d, elektronisch (12 Seiten), Bangkok, September 2015.
- [REY1] Rey, S.:
New Agenda Item Beyond 275 GHz – Hintergrundinformationen. 14. Sitzung des Arbeitskreis 1 zur Vorbereitung der WRC-15, elektronisch (8 Seiten), Berlin, Mai 2015.
- [ROS/BAUM/HAH/KÜR1] Rose, D. M.; Baumgarten, J.; Hahn, S.; Kürner, T.:
SiMoNe – Simulator for Mobile Networks: System-Level Simulations in the Context of Realistic Scenarios. In Proc. COST IC1004 13th MC & Scientific Meeting, elektronisch (7 Seiten), Valencia, Mai 2015.
- [TRA/FIN4] Transfeld, P.; Fingscheidt, T.:
Audioradar Abschlussbericht. Elektronisch (8 Seiten), Februar 2015.

Kolloquium Nachrichtentechnik (WS 2014/2015, SS 2015)

- 25.11.2014 Dr. Chris Weck, Deutschlandradio, Berlin:
Übertragungswege für den Hörfunk der Zukunft
- 16.12.2014 Dr. Marc Adrat, Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (FKIE), Wachtberg:
Legacy Waveforms on Software Defined Radios: Benefits of Advanced Digital Signal Processing
- 03.02.2015 Dr. Moritz Schack, Volkswagen AG, Wolfsburg:
Automatisches Fahren – Zuverlässige Geoinformationen als Schlüsseltechnologie
- 23.06.2015 Dr. Christiane Antweiler, Institut für Nachrichtengeräte und Datenverarbeitung, RWTH Aachen:
Mehrkanal-Systemidentifikation – Theorie und Anwendungen
- 30.06.2015 Dr. Stefan Henze, Electric-/Electronic Development New Projects Volkswagen Car-Net/E-Traction:
Zugang zur Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge – Technologie und Markt in Deutschland
- 14.07.2015 Dr. Claus Unruh, Elektrik-/Elektronik-Entwicklung Infotainment Headunits Standard, Volkswagen AG:
Infotainment bei Volkswagen – Märkte, Technik und Entwicklung

Master- und Bachelorarbeiten

Im Folgenden ist eine Übersicht über die am Institut im Berichtszeitraum abgeschlossenen studentischen Arbeiten aufgelistet. Da es sich dabei um Prüfungsleistungen handelt, ist ein Ausleihen der Arbeiten nicht möglich. Bei Interesse an einem der bearbeiteten Themen wenden Sie sich bitte an den jeweiligen Abteilungsleiter.

Abteilung für Elektronische Medien – Systemtheorie und Technik (Prof. Reimers)

Masterarbeiten

- 15/002 Buchner, Mira: Entwurf einer Tablet-Anwendung zur Aufschlüsselung des Energieverbrauchs privater Haushalte
- 15/004 Amor, Karim: Verbesserung der Robustheit von DVB-T2 mit Hilfe des Internets
- 15/006 Li, Yalin: Analysis of TV White Space User Densities
- 15/007 Schrieber, Fabian: Redundancy on Demand Feldversuch
- 15/010 Richter, Lucca: Implementierung und Analyse von Kanalschätzungsalgorithmen für LTE-Rundfunksignale
- 15/012 Pape, Till: Entwicklung einer Anwendung zur Dynamisierung des Tower Overlay Demonstrators
- 15/013 Gong, Shuo: On the usage of CISC and RISC processor architectures for Software Defined Radio applications
- 15/021 Mu, Qing: Ein betreiberunabhängiges Zugangsberechtigungssystem für LTE-Rundfunkdienste
- 15/022 Busse, Paul: Implementierung von LTE Downlink-Kanälen
- 15/023 Yu, Hanqian: Implementierung eines ASN.1 Decoders für LTE Radio Resource Control Daten

Bachelorarbeiten

- 15/702 Pollack, Alexander: Entwurf und Implementierung einer modularen Merkmalsextraktion für die Energie-Geräte-Erkennung

15/704 Dell, Paul: Schätzung des Energieverbrauchs von Desktop-Computern

Abteilung Signalverarbeitung (Prof. Fingscheidt)

Masterarbeiten

- 15/005 Abdelwahed, Shaden: Handwritten Word Spotting in Historical Arabic Manuscripts
- 15/011 Tian, Chao: Konzepte der Soft-Decision-Decodierung für den Adaptive-Multiraten-Sprachcodec (AMR)
- 15/014 Lohrenz, Timo: Convergence Behavior Analysis in Digital Communications and in Turbo Automatic Speech Recognition
- 15/015 Weinz, Jonas: Entwicklung einer robusten Detektion der Sprachgrundfrequenz für die automatische Emotionserkennung
- 15/016 Schröer, Guido: Turbo-Spracherkennung in akustisch gestörter Umgebung
- 15/017 Franzen, Jan: Normalisierung der künstlichen Bandbreitenerweiterung
- 15/018 Schwarze, Cassidy: Sprachgesteuertes Autoradio ohne Push-to-Talk und Stummschaltung

Abteilung für Mobilfunksysteme (Prof. Kürner)

Masterarbeiten

- 15/001 Khalili, Mostafa: Modelling of Specific User Mobility Patterns in Cellular Networks
- 15/003 Schlaf, Julia Katherina: Fallstudie zur Leistungsfähigkeit von LTE für Car2X-Anwendungen in Event-Situationen unter Netzlastaspekten
- 15/008 Dreyer, Nils: Untersuchung zeitkritischer V2X-Anwendungen über LTE am Beispiel Elektronisches Bremslicht
- 15/009 Heckmanns, Benedikt: Planung und Simulation von LTE-Femto-Zell-Netzwerken im Hannover-Szenario
- 15/019 Heine, Hendrik: Planung eines LTE-Netzes und Optimierung unter Energieaspekten

- 15/020 Hempel, Sindy: Untersuchung dynamischer THz-Übertragungskanäle
- 15/024 Li, Shujing: Analyse und Optimierung der Sendeeigenschaften einer ITS G5 Roadside Station
- 15/025 Jin, Ruoyun: Zweiphasige Ankunftswinkelschätzung für die Terahertz-Kommunikation

Bachelorarbeiten und Medientechnische Projekte

- 15/701 Heine, Hendrik: Import und Verarbeitung von frei verfügbaren Geodaten des Großraums Berlin zur Planung eines Mobilfunknetzes
- 15/703 Herold, Christoph: Entwicklung und Implementierung eines realistischen Straßenbahnmobilitätsmodells

Dissertationen

- | | |
|---------------------|--|
| Jörg Nuckelt | Evaluation and Enhancement of the Physical Layer Performance of Vehicular Communication Systems
1. Ber.: Prof. Kürner
2. Ber.: Prof. Ström (Chalmers Univ. of Technology, Göteborg)
Promotion an der TU Braunschweig am 09.12.2014 |
| Timo Matheja | Neue Ansätze zur Sprachsignalverarbeitung für verteilte sprecherzugeordnete Mikrofonsysteme im Kraftfahrzeug
1. Ber.: Prof. Fingscheidt
2. Ber.: Prof. Schmidt (Christian-Albrechts-Univ. zu Kiel)
Promotion an der TU Braunschweig am 16.06.2015 |
| Daniel Felix Fecker | Überwachtes Lernen mit unbalancierten Datenmengen für die optische Fehlerdetektion in industriellen Produktionsprozessen
1. Ber.: Prof. Fingscheidt
2. Ber.: Prof. Herrmann
Promotion an der TU Braunschweig am 19.06.2015 |
| Junge Qi | A Playout System for Optimized Programme Delivery in Dynamic Broadcast
1. Ber.: Prof. Reimers
2. Ber.: Prof. Kays (TU Dortmund)
Promotion an der TU Braunschweig am 31.07.2015 |
| Thomas Jansen | Optimisation of the Handover Decision in Infrastructure Networks Using Realistic Simulation Environments
1. Ber.: Prof. Kürner
2. Ber.: Prof. Fledderus (Technische Universiteit Eindhoven)
Promotion an der TU Braunschweig am 07.10.2015 |

Aus der Forschung

Abteilung für Elektronische Medien – Systemtheorie und Technik (Reimers)

1. Forschungsfelder der Abteilung

Die dominierenden Forschungsthemen des Berichtszeitraums (1. Dezember 2014 bis 30. November 2015) kann man wie im Vorjahr unter der Überschrift: „Kooperationsmodelle zwischen Broadband und Broadcast“ subsummieren [REI2], [REI4], [ZÖL1]. Es sind die Weiterentwicklung des von uns erfundenen „Tower Overlay over LTE-A+ (TOoL+)“, der sich vier Wissenschaftliche Mitarbeiter (WiMis) widmeten, der Abschluss der Arbeiten an dem ebenfalls von uns erfundenen „Dynamic Broadcast“, an welchem drei WiMis beteiligt waren und das ebenfalls am IfN erdachte „Redundancy on Demand (RoD)“. Wir beteiligten uns an der Entwicklung der nächsten Generation des terrestrischen Digitalfernsehens für die USA (ATSC 3.0) und begannen mit den Forschungen zur Erweiterung des Digitalen Hörfunks (DAB+) um die Fähigkeit zur Unterstützung lokaler Angebote. Ein neues Projekt zielt auf die Nutzung unserer Software Defined Radio-Umgebung zur Analyse eines Systems zur breitbandigen und hochdatenratigen Kommunikation auf Kabelnetzen (DOCSIS 3.1). Ein WiMi arbeitet an Lösungen für die Energieverbrauchserkennung in komplexen Umgebungen und ein weiterer hat eine erste Studie zu Visible Light Communication (VLC) und einen Demonstrator erstellt.

Unsere Arbeiten umfassen die gesamte Spanne von der Grundlagenforschung bis hin zur Vorentwicklung und der Realisierung von System-Demonstratoren, die wir in Feldtests erproben.

2. Projekte

Es ist überaus erfreulich, dass viele unserer Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftler in ein Forschungsvorhaben mit Partnerunternehmen eingebunden sind. Im Berichtszeitraum sind bzw. waren wir in den folgenden internationalen und nationalen Forschungsvorhaben engagiert:

2.1 Internationale Projekte

Im Zusammenhang mit der Erforschung neuer Wege der Spektrums-effizienten Übertragung über terrestrische Netze kooperieren wir mit zahllosen anderen Unternehmen im DVB-Projekt www.dvb.org [REI1], [REI5], [SLI/SCHL/REI1]. Mit unserem Partner Sony arbeiteten wir an der Definition der nächsten Genera-

tion des terrestrischen Digitalfernsehens, das in dem Konsortium ATSC (Advanced Television Systems Committee) www.atsc.org zur Marktreife gebracht werden soll. Im Rahmen der weltweit agierenden Gruppierung FOBTv (Future Of Broadcast TeleVision) www.fobtv.org beteiligen wir uns an der Erforschung und Entwicklung zukünftiger Broadcast-Systeme. Das System TOoL+ erweitern wir derzeit nach Abschluss einer ersten Feldversuchs-Phase zusammen mit der US-amerikanischen Firma GatesAir, mit Radiotelevisione Italiana (Rai) und dem französischen Sendernetzbetreiber TDF um weitere Merkmale.

2.2 Industrieprojekte

Auch unsere Erfindung RoD, an der die Firma Sony beteiligt ist, haben wir zusammen mit dem Sendernetzbetreiber Media Broadcast GmbH in einem Feldversuch in Berlin erprobt. Ebenfalls zusammen mit Sony haben wir an ATSC 3.0 geforscht. Die Arbeiten an DAB+ werden von der Niedersächsischen Landesmedienanstalt (NLM) und dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur unterstützt. Die Forschungen an DOCSIS 3.1 erfolgen im Rahmen eines ZIM-Projektes (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie – BMWi) zusammen mit der IAF GmbH aus Braunschweig und dem Unternehmen KWS-Electronic. Im Rahmen des vom BMWi geförderten Projektes EnEff Campus 2020, dessen Federführung beim Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS) der Technischen Universität Braunschweig (TU BS) liegt, kooperieren wir mit zahlreichen weiteren Institutionen innerhalb unserer Universität. Das Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der TU BS ist unser Partner im Forschungsvorhaben „Maschinenzustandserkennung“. Mit dem Cologne Broadcasting Center – dem Produktionsbetrieb der RTL-Gruppe – sind wir durch einen Kooperationsvertrag verbunden. Prof. Reimers ist darüber hinaus Vorsitzender des Aufsichtsrates der iTUBS mbH und betreut das Promotionsvorhaben einer Mitarbeiterin der VW-Forschung.

Im Rahmen unserer Forschung entstanden im Berichtszeitraum zwei Patentanmeldungen mit den Titeln: „Improved Redundancy on Demand Architectures“ und „Channel Bundling with Cross Channel SNR Averaging“. In beiden Fällen waren Kollegen von Sony Miterfinder.

3. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung

Herr Ilsen, Herr Juretzek, Herr Richter (seit 15.10.2015) und Herr Rother sind das „Tower Overlay over LTE-A+ (TOoL+)“-Team. Das Gebiet „Dynamic Broadcast“ bearbeiteten die Herren Neumann (bis 31.05.2015), Palka (bis 31.07.2015) und Qi (bis 31.12.2014). Herr Jackisch (seit 01.02.2015) erforscht die Möglichkeiten der Analyse von DOCSIS 3.1-Signalen. Herr Schrieber (seit

15.08.2015) soll die Ausstrahlung lokaler Dienste in einer zukünftigen Variante von DAB+ ermöglichen. Herr Schlegel widmet sich der Visible Light Communication (VLC). Frau Slimani ist derzeit in Mutterschutz. Herr Walz arbeitet an der Energieverbrauchs-Erkennung in komplexen Umgebungen. Herr Zöllner (bis 31.10.2015) forschte an „Redundancy on Demand (RoD)“ und den neuen bzw. zukünftigen Generationen des Digitalen Fernsehens in Nordamerika (ATSC 3.0).

Unser Support-Team besteht aus Frau Andersen (geb. Wahnschaffe, die derzeit in Elternzeit ist), Frau Brandt, Frau Haase (ab 01.12.2014), Frau Nottbohm, Frau Sengpiel und den Herren Esser (bis 30.04.2015), Gudat, Hellrung und Moullion (bis 31.12.2014).

Nicht vergessen werden dürfen die Studierenden, die mit ihren Bachelorarbeiten (zwei im Berichtszeitraum), Masterarbeiten (zehn im Berichtszeitraum) oder als Wissenschaftliche Hilfskräfte unsere Forschung ganz maßgeblich unterstützen. Im Jahresschnitt verstärkten so zu jeder Zeit etwa sieben Personen unsere Forschungskapazitäten, die im Personalverzeichnis des IfN nicht vermerkt sind.

4. Ein Tower Overlay zur Erweiterung zellularer Mobilfunknetze

Der Begriff „Tower Overlay over LTE-Advanced+ (TOoL+)“ (LTE: Long Term Evolution, die aktuellste Version der Mobilfunktechnik) beschreibt ein im Jahr 2011 gestartetes Forschungsfeld [ILS/JUR/ROT2], [JUR1]. Es zielt darauf ab, zellulare Mobilfunknetze durch Einbindung von Senderstrukturen, wie sie aus dem Broadcast bekannt sind, zu entlasten und gleichzeitig die damit verbundenen Betriebskosten zu reduzieren. Technische Grundlage sind der aktuellste Mobilfunkstandard Long Term Evolution Advanced (LTE-A) sowie die Broadcast-Standards DVB-T2 und (zukünftig) ATSC 3.0. LTE-A muss jedoch für den Einsatz im TOoL+-System in geringem Maße erweitert werden, woraus der Arbeitsname LTE-A+ resultiert. Insbesondere können mit TOoL+ Live-Videosignale übertragen werden, die sonst in tausenden Mobilfunknetzzellen bereitgestellt werden müssten – im schlimmsten Fall sogar individuell für jeden Nutzer, falls das in LTE standardisierte, aber bisher noch nicht eingesetzte Verfahren eMBMS (evolved Multimedia Broadcast Multicast Service) nicht zum Einsatz kommen sollte. Dabei ist zu beachten, dass für eine angemessene Darstellung auf mobilen Geräten mit großen und hochauflösenden Displays Datenraten von ungefähr 1,4 Mbit/s benötigt werden. Dies führt unter Umständen dazu, dass ein erheblicher Anteil der in Mobilfunknetz-Zellen zur Verfügung stehenden Übertragungskapazität für die Videoübertragung benötigt würde – wenn nicht TOoL+ eingesetzt wird. Darüber hinaus eignet sich TOoL+ auch für die (Vorab-)Übertragung von Datendiensten wie z.B. elektronischen Magazinen, Verkehrsinformationen oder Software-Updates.

Mit den sogenannten Future Extension Frames (FEF) bietet DVB-T2 die Möglichkeit, zu bestimmten Zeiten beliebige Signalformen zu übertragen. So wird die Einbindung des TOoL+-Systems in eine – in vielen Ländern bereits bestehende – Rundfunkinfrastruktur möglich. Diese Art der ko-primären Nutzung von mit DVB-T2 belegten TV-Kanälen bietet sowohl die Möglichkeit der variablen Ressourcenzuweisung zwischen DVB-T2 und LTE-A+ als auch die Beibehaltung der national und international bereits koordinierten Frequenzzuweisungen.

Die Arbeiten des Teams konzentrierten sich im Berichtszeitraum zunächst auf die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von TOoL+-Feldversuchen in Paris, zusammen mit den Projektpartnern TDF aus Frankreich und GatesAir aus den USA, sowie im Aosta-Tal in Italien, gemeinsam mit dem Projektpartner Radiotelevisione Italiana (Rai) aus Italien. Nachdem die TOoL+-Demonstrationsplattform, basierend auf dem Software Defined Radio Toolkit (SDR-Toolkit) des IfN [MA 15/013], ihre Leistungsfähigkeit unter Laborbedingungen in der Vergangenheit mehrfach demonstrieren konnte, kam es im Rahmen dieser Feldversuche erstmalig zur Inbetriebnahme und Analyse des TOoL+-Systems unter realen Ausbreitungsbedingungen innerhalb von Rundfunknetzen. Ein detaillierter Bericht zu den Feldversuchen findet sich auf Seite 90 [ILS/ROT/JUR1], [JUR/ILS/ROT1], [ILS/JUR/ROT1].

Das Blockdiagramm in **Abbildung 1** gibt eine Übersicht über die im Pariser Feldversuch verwendeten Systemkomponenten. TDF stellte sowohl die TV-Programme als auch den per LTE-A+ zu übertragenden Inhalt bereit, der unter dem Namen „Broadcast to Mobile (B2M)“ firmiert. Der LTE-A+-Anteil des hybriden Signals wird per SDR erzeugt. Das vollständig modulierte LTE-A+-Basisbandsignal wird anschließend an einen kommerziellen DVB-T2-Modulator unseres Projektpartners GatesAir übertragen. Dazu wird eine leicht modifizierte Variante des DVB-T2 Modulator Interfaces (DVB-T2MI) verwendet, welche gemeinsam mit GatesAir entwickelt und getestet worden ist. Der DVB-T2-Modulator wurde ebenfalls erweitert. Er ist nun in der Lage, die Signalformen DVB-T2 und LTE-A+ zu einem hybriden Zeitmultiplex-Signal zusammenzufügen. Empfangsseitig wird einerseits ein handelsüblicher DVB-T2-Empfänger und andererseits ein LTE-A+-Empfängerprototyp verwendet. Diese decodieren jeweils nur den Signalanteil, d.h. DVB-T2 oder LTE-A+, welchen sie anschließend weiterverarbeiten können.

Für die Auswertung der außerordentlichen Messergebnisse hat Herr Ilse den LTE-A+-Empfänger weiterentwickelt, um ihn auch als mobilen Messempfänger nutzen zu können. Während bei bisherigen Demonstrationen in der Regel kontrollierte Laborbedingungen vorlagen, musste für den Feldtest insbesondere die Kanalschätzung im Empfänger an die mobile Empfangssituation angepasst werden. In einer Masterarbeit wurden dazu verschiedene Kanalschätzungsalgorithmen für LTE-A+ implementiert und analysiert [MA 15/010].

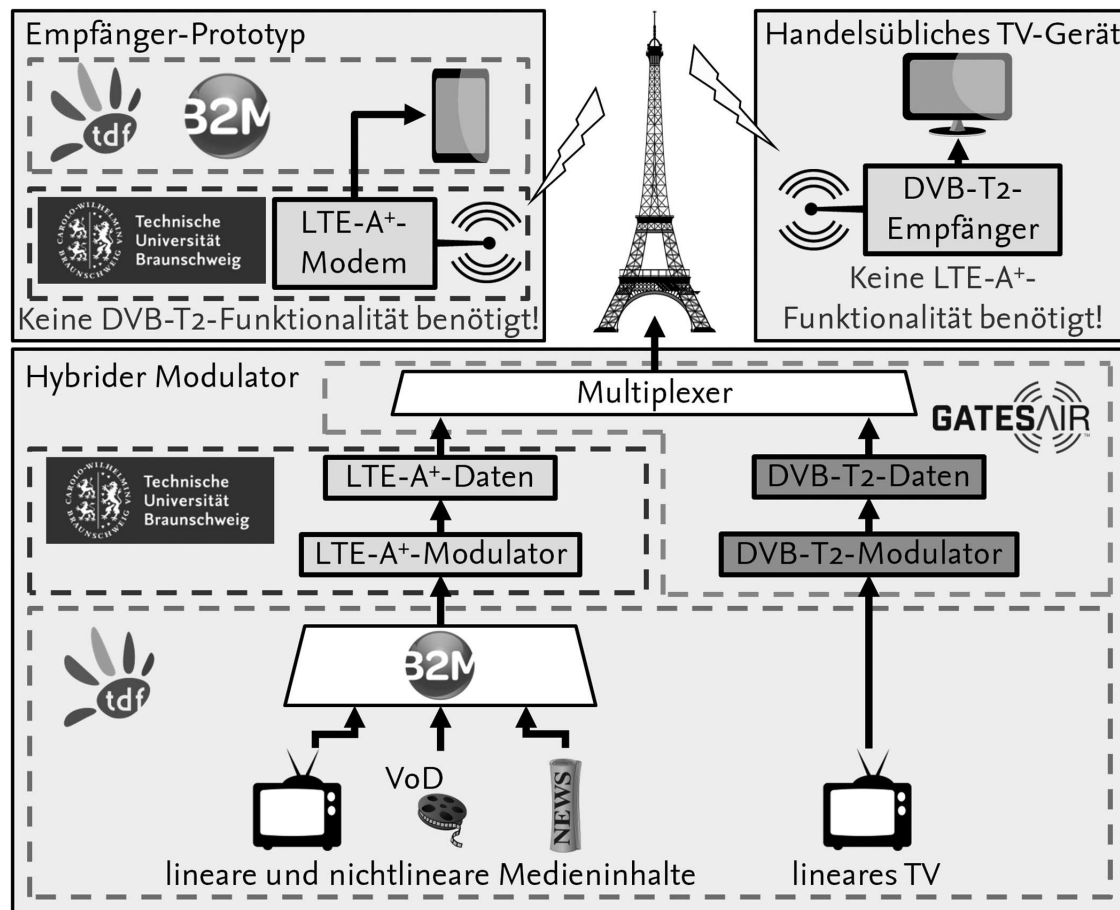


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung der einzelnen Komponenten des Feldversuchs in Paris

Mit den ersten Ergebnissen der Feldversuche konnte nachgewiesen werden, dass die für den Empfang des LTE-A+-Signals nötigen Empfangspegel denen von „klassischen“ LTE-Übertragungen in zellularen Mobilfunknetzen entsprechen. Die zentrale Fragestellung des Feldtests, inwiefern sich die Netzabdeckung der im selben Signal ausgestrahlten Komponenten LTE-A+ und DVB-T2 unterscheiden, konnte ebenfalls beantwortet werden: Für vergleichbare Übertragungsparameter von DVB-T2 und LTE-A+ konnte eine sehr ähnliche Netzabdeckung gemessen werden [ILS/ROT/JUR1].

Im Rahmen der Weiterentwicklung von TOoL+ jenseits der Feldversuche wurde der Empfänger im Rahmen einer Diplomarbeit um eine Tablet-PC-Anwendung erweitert, welche neben den reinen Nutzdaten u. a. auch Übertragungsparameter und Empfangsmessgrößen übersichtlich darstellen kann. Auch ein mögliches dynamisches Umschalten des Empfangsgerätes zwischen den beiden Übertragungswegen LTE-Unicast und LTE-A+ kann visualisiert werden [DA 15/012].

Die Integration des T0oL+-Systems in ein reguläres LTE-Mobilfunknetz ist der aktuelle Forschungsschwerpunkt von Herrn Juretzek. Als Grundlage dafür dient die Implementierung eines LTE-Unicast-Downlink-Trägers in die Software Defined Radio-Umgebung [MA 15/021], [MA 15/022]. Dieser kann einerseits als alternativer Übertragungsweg für Datendienste genutzt werden. Andererseits stellt dieser aber auch sämtliche Signalisierungsinformationen des aktuellen Mobilfunknetzes zur Verfügung. Die LTE-A-Signalisierung wurde für das T0oL+-System um die folgenden 3 Schritte erweitert, u. a. [MA 15/023]:

1. Die *Dienstmitteilung* (Service Announcement) dient zur Bekanntmachung eines spezifischen oder aller verfügbarer Broadcastdienste, die aktuell via T0oL+ zur Verfügung gestellt werden. Dazu gehört auch die Benachrichtigung einzelner oder mehrerer Endgeräte im Falle des Wechsels einer Datenübertragung vom Unicast zum Broadcast (steigende Popularität eines Dienstes) bzw. umgekehrt (fallende Popularität).
2. Die *Träger-übergreifende Signalisierung* (Cross-Carrier Signaling) ermöglicht den Zugriff der Endgeräte auf einen oder mehrere T0oL+-Träger. Dazu gehört sowohl die Konfiguration der Träger als auch die Konfiguration der
3. *Träger-internen Signalisierung* (On-Carrier Signaling). Diese beschreibt die Konfiguration aller internen Broadcast-Kanäle und der darin befindlichen Broadcast-Dienste. Hierbei kommt ein Konzept zur Anwendung, welches vergleichbar mit den Physical Layer Pipes des DVB-T2-Standards ist und verschiedene Broadcastdienste individuell in ihrer Robustheit (Modulation und Fehlerschutz) gestalten kann.

Inwieweit ein Tower Overlay auch in zukünftigen Mobilfunknetzen der fünften Generation (5G) [REI3] sinnvoll eingesetzt werden sollte, ist Gegenstand aktueller Gespräche mit potentiellen Partnern.

5. Dynamic Broadcast

Unter dem Oberbegriff „Dynamic Broadcast“ fassen wir ein im Jahr 2010 gestartetes Forschungsfeld zusammen, dessen zentrales Ziel die Dynamisierung des Daten-, Hör- und Fernsehrundfunks ist. Die Herren Neumann, Palka und Qi erforschten Teilaspekte dieses Systems, welches im Vergleich zu klassischen Rundfunksystemen eine besonders Kosten- und Spektrums-effiziente Programmverbreitung erlaubt. Neben dem klassischen terrestrischen Rundfunk-Übertragungsweg kann bei Dynamic Broadcast zusätzlich ein Breitbandnetz für die Bereitstellung von Fernsehinhalten verwendet werden. Eine in die Endgeräte integrierte Festplatte ermöglicht zudem eine Vorab-Übertragung von „nicht-live“ Sendungen, die mit Hilfe geeigneter Signalisierung zur richtigen Sende-

zeit automatisch vom lokalen Speicher abgespielt werden. Die Wahl des Übertragungsweges („Rundfunk“ oder „Breitband“) und des Übertragungszeitpunktes („live“ oder „pre-download“) wird von einem zentralen Netzwerkelement, der „Decision Logic“ übernommen. Diese versucht durch geschickte und dynamisch an den Bedarf angepasste Re-Konfigurationen des Netzwerks Übertragungskosten zu senken und die Verwendung des terrestrischen Rundfunkspektrums zu optimieren. Das System wird so realisiert, dass die Komplexität des Netzwerks für die FernsehzuschauerInnen verborgen bleibt und der gewohnte Charakter linearer Fernsehdienste erhalten bleibt. Hierzu werden Endgeräte benötigt, die unbemerkt netzwerkgesteuerte Umschaltvorgänge realisieren und netzwerkgesteuerte Aufnahmen starten.

Im Berichtszeitraum kamen diese Arbeiten zum Abschluss. Herr Qi wurde am 31. Juli nach Vorlegen einer Dissertation mit dem Titel „A Playout System for Optimized Programme Delivery in Dynamic Broadcast“ zum Dr.-Ing. promoviert. Herr Neumann schließt derzeit seine Dissertation mit dem Titel „Endgeräte für Dynamic Broadcast: Analyse des Einflusses von Programmdistribution und TV-Nutzungsverhalten auf den Energieverbrauch“ ab und Herr Palka wird in Kürze seine Dissertation mit dem Titel „Frequenzmanagement für die Bereitstellung dynamischer TV White Spaces“ einreichen [MA 15/006].

6. Redundancy on Demand – RoD

Mit „Redundancy on Demand“ (RoD) wurde am Institut für Nachrichtentechnik (IfN) ein System entwickelt, um die Versorgungsqualität des terrestrischen Fernsehempfangs mittels DVB-T2 zu verbessern [ZÖL/QI1]. Dies wird erforderlich, wenn sich der Empfänger in einer schwierigen Empfangssituation, zum Beispiel tief in einem Gebäude („deep indoor“), befindet und das DVB-T2-Signal nicht mehr erfolgreich decodierbar ist. Während ein klassischer Empfänger in dieser Situation kein TV-Bild mehr anzeigen kann, bezieht der RoD-fähige Empfänger in diesem Fall von einem RoD-Internetserver Hilfsdaten, welche die erfolgreiche Decodierung ermöglichen [MA 15/004]. Voraussetzung ist, dass das Empfangsgerät neben dem TV-Tuner auch über einen Internetanschluss verfügt, was heutzutage jedoch üblich ist. Das System arbeitet in der physikalischen Schicht, indem es dem Decoder wenige perfekte Symbole als Decodierhilfe überträgt. Das bedeutet, dass im Fall einer nur geringen Unterschreitung der benötigten DVB-T2-Empfangsqualität nur wenige Hilfsdaten benötigt werden. Besonders im Vergleich zu Mechanismen, die in höheren Schichten arbeiten, liefert RoD eine hohe Effizienz. Mit RoD wird die Netzabdeckung erhöht und eine kosteneffiziente Planung von terrestrischen Broadcastnetzen mit hybrider Programmverbreitung ermöglicht.

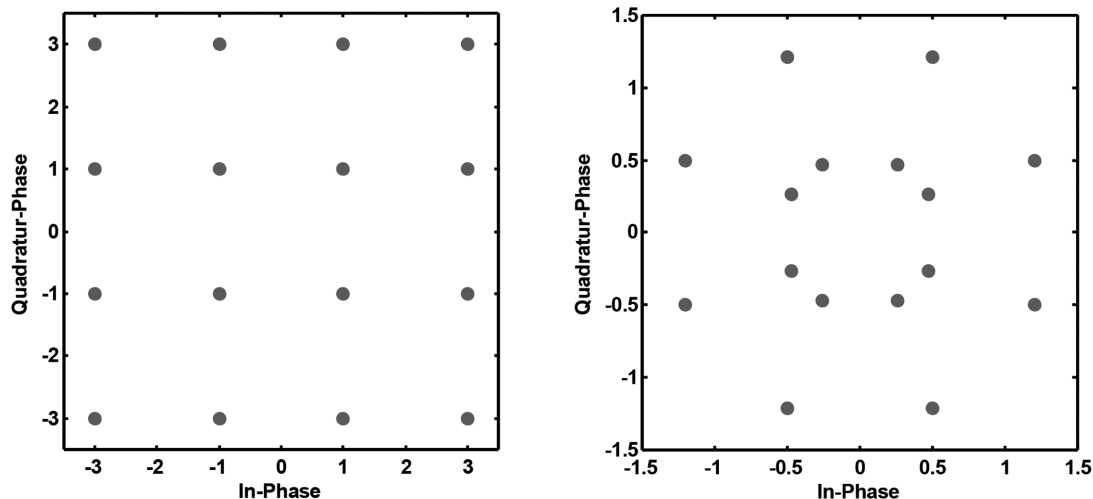


Abbildung 2: Zwei Beispiele von Konstellationsdiagrammen (links: gleichmäßige 16 QAM, rechts: in zwei Dimensionen optimierte ungleichmäßige 16 QAM, optimiert für einen Störabstand von 7 dB)

Herr Zöllner und Herr Schrieber untersuchten unter anderem die Leistungsfähigkeit von RoD im realen Einsatz. Dazu wurde im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit der Media Broadcast GmbH ein Feldversuch im DVB-T2 Pilotnetz in Berlin durchgeführt [MA 15/007]. Details zu diesem sehr erfolgreichen Feldversuch sind im Bericht „Redundancy on Demand (RoD): Feldversuch in Berlin“ auf Seite 92 zu finden.

7. Digitalfernseh-Systeme der nächsten Generation (ATSC 3.0)

Herr Zöllner wirkte zusammen mit unseren Partnern der Firma Sony an der Entwicklung von ATSC 3.0, dem Nachfolgesystem für das bestehende Rundfunksystem ATSC mit, das u. a. in den USA und Süd-Korea im Einsatz ist. Im Frühjahr konnte die Entwicklung mit der Veröffentlichung des Candidate Standards abgeschlossen werden. Das System enthält dabei viele Elemente, die dem vom IfN gemeinsam mit Sony und Samsung entwickelten Systemvorschlag entstammen. Beispiele hierfür sind die am IfN entwickelten ungleichmäßigen QAM-Konstellationen (siehe **Abbildung 2**) oder unterschiedliche Ansätze zur Bündelung mehrerer physikalischer Kanäle. Es entstand im Berichtszeitraum eine zugehörige Patentanmeldung. Auf Grundlage des Candidate Standards wird derzeit die Verifikation und Validierung des Systems durchgeführt, in dessen Anschluss erste Modulatoren und Empfänger entwickelt werden.

8. Erweiterung von DAB+ zur Unterstützung lokaler Programmangebote

Der Digitale Hörfunk DAB+ wird derzeit in Deutschland eingeführt und soll möglicherweise bereits ab 2026 den UKW-Hörfunk ablösen. Eine Besonderheit von DAB+ ist die Tatsache, dass DAB+-Sendernetze als Gleichwellennetze ausgelegt werden können, die besonders Spektrums-effizient sind. Der Nutzung von Gleichwellennetzen stehen aber aktuelle Geschäftsmodelle, insbesondere privater Hörfunkanbieter entgegen, die ihre beispielsweise in Niedersachsen prinzipiell landesweit ausgestrahlten Programme zu beliebigen Zeiten durch lokal ausgestrahlte Nachrichten oder Werbeeinblendungen in Lokalprogramme aufteilen. Im Extremfall werden sie jeweils nur von einem einzigen UKW-Sender ausgestrahlt.

Um die Einführung von DAB+ nicht dadurch zu behindern, dass private Programmanbieter mit DAB+ ihre derzeitigen Geschäftsmodelle zukünftig nicht mehr realisieren können und aus diesem Grund DAB+ ablehnen, wird das IfN unter anderem untersuchen, inwieweit Techniken, die im Institut aus der Welt des Digitalen Fernsehens wohlbekannt sind (z. B. „Local Service Insertion“), auch bei DAB+ Anwendung finden können. Unter Einsatz der zu identifizierenden Möglichkeiten ist ein Feldversuch geplant, für den dann vom IfN per Software Defined Radio realisierte Systemkomponenten eingesetzt werden sollen.

9. Messtechnik für DOCSIS 3.1

Hinter der Bezeichnung DOCSIS 3.1 verbirgt sich die neueste Generation der „Data Over Cable System Interface Specification“. DOCSIS ist in vielen Kabelnetzen diverser Länder bereits in Betrieb und ermöglicht Internetzugänge über die Netze, die früher einmal „Fernsehkabel“ genannt wurden und international als „Hybrid Fibre/Coax“ bezeichnet werden. Die Besonderheit von der erst 2013 fertig gestellten Weiterentwicklung DOCSIS 3.1 ist unter anderem, dass es im Down- und im Upstream das Modulationsverfahren OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) benutzt, pro OFDM-Träger bis zu 16384 Konstellationspunkte entsprechend 14 Bit pro Konstellationspunkt übertragen kann und eine sehr große Bandbreite belegt, nämlich 192 MHz. Mit dieser DOCSIS-Version sollen Internet-Nutzern besonders hohe Datenraten angeboten werden können. 10 Gbit/s im Downstream und 1 Gbit/s im Upstream sind im Gespräch. Basierend auf der vom IfN entwickelten Software Defined Radio (SDR)-Umgebung forscht Herr Jackisch zusammen mit der IAF GmbH aus Braunschweig, die das zugehörige sogenannte Hardware-Frontend entwickelt, und der KWS-Electronic an Methoden zur Messung der technischen Parameter von DOCSIS 3.1.

10. Energieverbrauchserkennung in komplexen Systemen

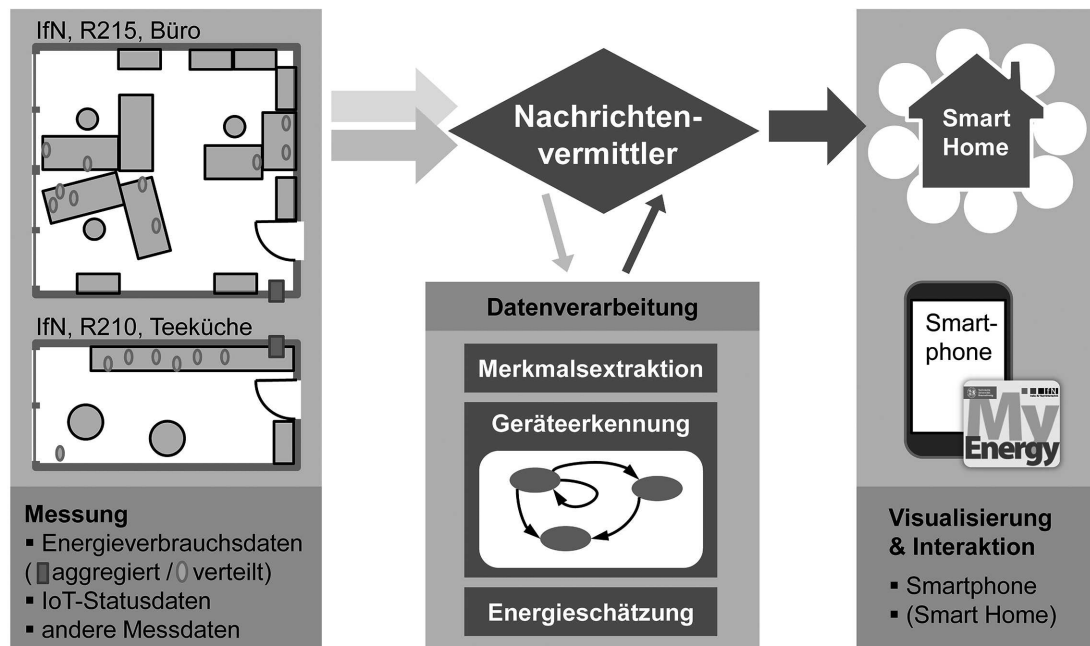


Abbildung 3: System zur Erprobung der Geräteerkennung in Räumen des IfN

Das Energiekonzept 2013 der Bundesregierung fordert, die Energieeffizienz von privaten Haushalten sowie die im öffentlichen Bereich zu erhöhen. Vor allem durch steigende Energiepreise sind Bürgerinnen und Bürger (bzw. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Behörden und Unternehmen) bereits motiviert, Energie einzusparen. Unserer Ansicht nach fehlen ihnen jedoch Hilfestellungen, um geeignete Energiespar-Potentiale identifizieren zu können. Herr Walz erforscht deshalb, wie Menschen mit Hilfe informationstechnischer Systeme dabei unterstützt werden können. Dazu entwickelt er mit Methoden der digitalen Signalverarbeitung eine Geräteerkennung. Diese ermittelt aus aggregierten Energieverbrauchsdaten auch komplexer Systeme die darin verborgenen Informationen über die Einzelverbräuche. Um diese Technik in unterschiedlichen Einsatzgebieten mit teilweise weit verteilten Messstellen im Live-Betrieb erproben und verbessern zu können, hat er ein umfangreiches Mess- und Erkennungssystem entwickelt. Dessen struktureller Aufbau ist in **Abbildung 3** am Beispiel eines Testfeldes im IfN dargestellt. Den Kern bildet ein Dienst zur Nachrichtenvermittlung der Daten zwischen den angebundenen Clients. Clients können dabei Daten von Messstellen übermitteln oder abonnieren. Im Fall des Abonnements erhalten sie fortan automatisch die aktuellsten Daten. So können beispielsweise mehrere Energiemesssysteme angebunden werden. Hierfür wurden zwei Konzepte implementiert: a) für aggregierte Energiemessungen mit einer zeitlichen

Messauflösung bis zu 50 Hz und b) für die gleichzeitige Messung vieler einzelner Geräte mit einer zeitlichen Auflösung von 1 Hz. Neben den Messsystemen können auch weitere Clients für die Verarbeitung der übermittelten Daten oder für die Interaktion mit den Benutzern an den Nachrichtenvermittlungs-Dienst angebunden werden.

Für die Verarbeitung der Daten wurde eine Anbindung der numerischen Berechnungsumgebung MATLAB an den Nachrichtenvermittlungs-Dienst geschaffen. Dadurch können Messdaten direkt in MATLAB weiterverarbeitet werden. Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurde dazu eine Toolbox zur Extraktion von Merkmalen für die Geräteerkennung entwickelt [BA 15/702]. Nach der Verarbeitung werden diese Merkmale einem Trainings- bzw. Erkennungsprozess bereitgestellt. Hier können modular unterschiedliche Varianten der Geräteerkennung erprobt werden. Die Erkennungsergebnisse werden wieder an den Nachrichtenvermittlungs-Dienst gesendet. Dadurch können die Ergebnisse im Smart Home zur Gerätesteuerung verwendet oder auf einem Smartphone visualisiert werden.

Zur Optimierung der Visualisierung wurde im Rahmen einer Masterarbeit die Smartphone-Anwendung „Meine Energie“ entworfen und implementiert [MA 15/002]. Diese stellt den Energieverbrauch aller Geräte eines Haushaltes dar und hilft der Nutzerin bzw. dem Nutzer, Geräte mit hohem Energieeinsparpotential zu identifizieren. Zu den insbesondere im Büro-Umfeld signifikant zum Energieverbrauch beitragenden Geräten gehören PCs. Deren Energieverbräuche in Abhängigkeit vom Betriebsmodus wurden mittels einer Energieverbrauchsschätzung für Desktop-Computer in einer weiteren Bachelorarbeit analysiert [BA 15/704]. Die so ermittelten Daten können ebenfalls an den Nachrichtenvermittlungs-Dienst übertragen werden.

Seit dem 01.09.2015 arbeitet Herr Walz in dem BMWi-Projekt EnEff Campus 2020 mit. Das Projekt hat das Ziel, die Energieeffizienz in den Gebäuden des Campus unserer Universität zu erhöhen. Am IfN wird das Arbeitspaket „Signalanalyse zur Ermittlung von Energieverbräuchen komplexer Anlagen“ bearbeitet. Hier soll die Geräteerkennung weiterentwickelt werden. So soll die Erkennungsrate beispielsweise durch weitere, nicht Energie-bezogene, Messdaten verbessert werden.

Gemeinsam mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der Technischen Universität Braunschweig soll das Anwendungsfeld der Maschinenerkennung erforscht werden. Dadurch sollen Aussagen über den Betriebszustand komplexer Werkzeugmaschinen möglich werden. Hierfür wurde die Experimentier- und Lernfabrik des IWF messtechnisch erschlossen und an den bestehenden Nachrichtenvermittlungs-Dienst angebunden. Ein Demonstra-

tor mit der Visualisierung der Verbrauchsdaten in Form eines Energiecockpits ist in Arbeit.

11. Visible Light Communication

Mit der wachsenden Verbreitung von LED-Leuchten (auch in den Haushalten) wird eine neue Form der drahtlosen Kommunikation möglich: Visible Light Communication (VLC). Die Leucht-Intensität von LEDs ist mit hoher Frequenz steuerbar. Dies ermöglicht es, neben der im Haushalt von LED-Leuchten zu erbringenden Hauptaufgabe, der Raumbeleuchtung, ihnen quasi als Nebenaufgabe die Datenübertragung „im Downlink“ aufzugeben. Weit komplexere Anwendungen, gerade auch in professionellen Anwendungen, sind mit VLC möglich, unsere ersten Arbeiten beschränkten sich jedoch auf die Nutzung der Raumbeleuchtung zur Datenübertragung. Herr Schlegel hat ein entsprechendes System realisiert, mit dem z. B. Musikdaten zu einem mit dem geeigneten optischen Sensor ausgestatteten Musik-Player übertragen werden können.

12. Arbeiten des IT-Serviceteams

Das IT-Serviceteam bestehend aus Herrn Schlegel und Herrn Gudat hat, neben den ständig anfallenden Aufgaben im IT-Bereich, erneut diverse kleinere Projekte bearbeitet. Zu den täglichen Aufgaben gehören die Systemadministration, die Aktualisierung der Hardware und Software diverser Rechner, Reparaturen sowie anfallende Wartungsarbeiten. In diesem Jahr wurde u. a. damit begonnen, die IfN-eigenen Server zu aktualisieren. Auch bei der Erstellung von datenschutzrechtlich erforderlichen Muster-Verfahrensbeschreibungen hat das IT-Team mitgewirkt. Für mehrere Forschungsprojekte im IfN war eine Unterstützung bei Versuchsaufbauten erforderlich. Weiterhin haben das IT-Serviceteam und die mechanische Werkstatt zwei Schülerpraktikanten für jeweils 3 Wochen betreut.

Abteilung Signalverarbeitung (Fingscheidt)

1. Forschungsfelder der Abteilung

Die Abteilung Signalverarbeitung arbeitet in den drei Forschungsfeldern Sprach- und Audiosignalverarbeitung, Handschrifterkennung sowie Theorie des Bayesianischen Gehirns auf Basis ereigniskorrelierter Potentiale (EKP).

Im Bereich der Sprach- und Audiosignalverarbeitung erforschen wir Verfahren zur Störgeräuschreduktion, akustischen Echokompensation, künstlichen Sprach-Bandbreitenerweiterung sowie Qualitätsmessverfahren zu allen vorgenannten Verfahren für den Mobilfunk und den Einsatz im Kfz. Weitere Themen sind Beamforming sowie höherqualitative, aber standardkonforme Sprach- und Audiodecoder. Weitere Forschungsthemen zur Mustererkennung auf Basis akustischer Signale sind die Emotionserkennung sowie die akustische Event-Lokalisierung und -Erkennung. Die Anwendungsbereiche reichen von der Fahrzeug- und Office-Kommunikation über Hörgeräte, Überwachungs- bzw. Produktionstechnologien und Freisprechsysteme bis hin zur Mobiltelefonie und Gateways.

Im Bereich der Handschrifterkennung forschen wir im Kontext der Dokumentverarbeitung an Verfahren zur arabischen und lateinischen Handschrifterkennung und Schreiberklassifikation.

2. Projekte

Das über fünf Jahre von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte internationale Projekt HADARA mit Partnern aus Israel und Palästina ist im Berichtszeitraum erfolgreich zu einem Abschluss geführt worden. Das Projekt hat sich der arabischen historischen Dokumentanalyse angenommen und schwerpunktmäßig Segmentierung, Word-Spotting, Schreibererkennung und nicht zuletzt die eigentliche Handschrifterkennung zum Forschungsgegenstand gehabt. Das Softwaretool wie auch eine Word-Spotting-Datenbank (HADARA80P) sind mittlerweile öffentlich zugänglich.

Zwei Projekte aus dem Förderprogramm Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie wurden im Berichtszeitraum abgeschlossen: In dem Förderprojekt „Audioradar“ mit der Firma artec technologies AG in Diepholz statteten wir Videoüberwachungssysteme mit Mikrofon-Beamformern aus und entwickelten eine Kamerasteuerung, die sich u.a. an akustisch relevanten Ereignissen ausrichtet.

In dem Projekt „VoiceMail by Voice“ mit der Auerswald GmbH in Cremlingen wurde eine neuartige Sprachsteuerung einer Voice-Mailbox auf einem Systemte-

lefon entwickelt. Besonderheit ist hier, dass aus Sicherheitsgründen der Sprach-erkenner auf dem Endgerät und nicht in einer Telefonanlage oder auf einem Server implementiert ist, und dass eine Remote-Telefon-Sprachbedienung vor-gesehen ist.

Das im Berichtsjahr weitergeführte ZIM-Projekt „Car in a Box“ hatte seitens des IfN im Wesentlichen die Komplettsimulation der Akustik in Fahrzeugkabinen zum Gegenstand. Das übergeordnete Ziel des Projektes in Zusammenarbeit mit der Firma HeadAcoustics in Herzogenrath ist die Entwicklung eines Gerätes, das Wissenschaftler und Entwickler von automotiven Sprachtechnologien bei ihrer Arbeit unterstützt, indem es statische und dynamische akustische Situationen im Fahrzeug in Echtzeit simuliert.

Mit der Firma NXP Software B.V. in Leuven, Belgien, wurde im Berichtszeit-raum vornehmlich an einem instrumentellen Sprachqualitätsmaß für Verfahren der künstlichen Sprach-Bandbreitenerweiterung geforscht. Mit weltweit 6 Insti-tutionen aus Industrie und Wissenschaft wurden koordinierte Hörtests der dort entwickelten ABE-Verfahren durchgeführt und auf Basis dieser Daten ein neues Sprachqualitätsmaß entwickelt.

Ebenfalls mit NXP Software B.V. wurden die Forschungsarbeiten zur modellba-sierten Störgeräuschreduktion für Mobiltelefone weitergeführt. Der Fokus lag auf neuen Ansätzen zur sog. A-priori-Signal-zu-Rausch-Leistungsschätzung, wo-bei es gelang, Situationen mit instationärem Hintergrundgeräusch besser in den Griff zu bekommen.

Im Rahmen des Förderprogramms „Hochschuldialog mit der arabischen Welt“ des DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst) haben wir das Projekt „Masterstudiengang Informationstechnik und Universitätsnetzwerk“ zu einem Ende geführt. Besonderes Ereignis war in diesem Jahr die Sommerschule, die mit 29 Teilnehmerinnen und Teilnehmern aus Tunesien im September an der TU Braunschweig stattfand (siehe dazu auch den Sonderbericht auf Seite 94).

Neu eingeworben wurde im Berichtszeitraum das ZIM-Projekt „Technologien zur Texterkennung aus handschriftlichem Fließtext“ mit der Firma ITU Con-sult GmbH in Lehre/Wendhausen bei Braunschweig. Aufbauend auf Erkennt-nissen aus dem oben erwähnten DFG-Projekt HADARA ist das Ziel dieses Vor-habens ein Verfahren zur Erkennung von Blockschrift und frei geschriebener Handschrift aus Formularen.

Ebenfalls neu gestartet wurde eine Zusammenarbeit mit der Innovationsge-sellschaft der TU Braunschweig (iTUBS) mbH mit dem Ziel, Verfahren der künstlichen Sprach-Bandbreitenerweiterung für die serverbasierte Anwendung in Telekonferenzsystemen weiterzuentwickeln. Besondere Herausforderungen

sind hierbei die in einem einzigen Kanal auftretenden Sprachsignale mehrerer Konferenz-Teilnehmer mit unterschiedlicher oberer Grenzfrequenz.

3. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung

Im Berichtszeitraum begrüßten wir als neuen Mitarbeiter im Bereich Sprachverarbeitung Herrn Ziyue Zhao (seit 15.09.2015), der mittels eines vierjährigen Doktorandenstipendiums des China Scholarship Council (CSC) zu uns an die TU gekommen ist. Darüber hinaus freuen wir uns, dass Herr Timo Lohrenz den Bereich Sprachverarbeitung seit 01.10.2015 verstärkt.

Im Bereich der Sprach- und Audiosignalverarbeitung forschen darüber hinaus die Herren Abel, Bauer (bis 31.01.2015), Elshamy, Frau Han sowie die Herren Jung, Meyer, Receveur und Transfeld. Weitere Mitarbeiter sind im Bereich der Mustererkennung die Herren Fecker (bis 31.01.2015), Pantke sowie der zum 31.03.2015 in Pension versetzte akademische Direktor Herr Dr. Märgner (siehe Sonderbericht auf Seite 101). Herr Kolossa forscht im Bereich Signalverarbeitung und Bayesian-Brain-Hypothesen auf Basis der Elektroenzephalographie (EEG). Damit arbeiteten zum Ende des Berichtszeitraums in der Abteilung Signalverarbeitung neben Prof. Fingscheidt und weiterhin Frau Erichsen-Rua noch 11 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.

Domingo López Oller von der Universidad de Granada war im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes für drei Monate am Institut in der Abteilung Signalverarbeitung tätig. Gemeinsam mit Frau Han hat er sich mit der Anwendung der Soft-Decision-Decodierung im New Generation (NG) DECT-System beschäftigt.

Im Berichtszeitraum haben bei uns sieben Studierende eine Masterarbeit abgeschlossen. Weiterhin hat uns noch eine Vielzahl studentischer Hilfskräfte unterstützt.

Herr Timo Matheja hat am 16.06.2015 seine Doktorprüfung auf dem Gebiet der Sprachsignalverarbeitung für verteilte sprecherzugeordnete Mikrofonsysteme im Kraftfahrzeug erfolgreich bestanden. Am 19.06.2015 wurde Herr Daniel Felix Fecker mit seiner Arbeit zum überwachten Lernen mit unbalancierten Datenmengen für die optische Fehlerdetektion in industriellen Produktionsprozessen promoviert.

4. Sprach- und Audiosignalverarbeitung

4.1 Künstliche Sprach-Bandbreitenerweiterung (ABE) und Qualitätsmaße

In dem seit 2013 mit NXP Software B.V. aus Leuven laufenden Projekt hat Herr Abel die im letzten Berichtszeitraum gestartete Aktivität zu einem koordinierten Sprachqualitätstest von ABE-Verfahren (artificial bandwidth extension, ABE) mit der Entwicklung eines instrumentellen Sprachqualitätsmaßes für Sprach-Bandbreitenerweiterungsverfahren erfolgreich zu einem vorläufigen Ende gebracht.

Hierfür wurden Anfang 2015 subjektive Hörtests in den Sprachen Deutsch, Englisch, Chinesisch und Koreanisch durchgeführt, in denen insgesamt sechs ABE-Verfahren verschiedener Institutionen bzw. Konsortien evaluiert wurden. Neben NXP Software B.V. und der TU Braunschweig gehören namentlich dazu: Hannu Pulakka, Ville Myllylä und Jari Sjöberg von Microsoft Phone Technology in Finnland; Paavo Alku vom Department of Signal Processing and Acoustics der Aalto University aus Finnland; Itai Katsir, David Malah und Israel Cohen vom Department of Electrical Engineering des Israel Institute of Technology aus Israel; M. A. Tugtekin Turan und Engin Erzin vom Multimedia, Vision and Graphics Laboratory der Koç University in der Türkei; Thomas Schlien und Peter Vary vom Institut für Kommunikationssysteme der RWTH Aachen sowie Amr H. Nour-Eldin und Peter Kabal vom Department of Electrical & Computer Engineering der McGill University aus Kanada. Die Ergebnisse lassen unter anderem folgenden Schluss zu: Die besten derzeit verfügbaren ABE-Verfahren sind in der Lage, in Deutsch, Englisch und Koreanisch eine signifikante Verbesserung der Sprachqualität zu erzielen. Basierend auf den im Hörtest gewonnenen Erkenntnissen wurde bis Ende September ein instrumentelles Maß für ABE-Sprachsignale entwickelt.

Der bestehende Algorithmus der Sprach-Bandbreitenerweiterung wurde bereits zu Beginn des Berichtszeitraumes ergänzt um die Erweiterung auch in einem unteren Frequenzband zur Synthese tiefer, fehlender Frequenzkomponenten. Während sich Herr Abel Anfang 2015 der Entwicklung des instrumentellen Maßes widmete, hat eine studentische Hilfskraft parallel neue Ansätze zur Erweiterung tiefer Frequenzen erforscht. Darüber hinaus wurde die ABE im Rahmen der Masterarbeit [MA 15/017] um eine Vokaltraktlängen-Normalisierung erweitert.

Im August diesen Jahres startete mit der Innovationsgesellschaft Technische Universität Braunschweig (iTUBS) mbH ein weiteres Projekt zum Thema ABE, bearbeitet von Herrn Patrick Meyer. In dieser Kooperation soll der Einsatz einer künstlichen Sprach-Bandbreitenerweiterung im Kontext eines IP-basierten Telefonkonferenz-Systems untersucht werden. Da in IP-Verbindungen insbeson-

dere die akustische Bandbreite von realen Eingangssignalen sehr stark variieren kann, liegt ein besonderer Fokus des Projekts auf der Schätzung der akustischen Bandbreite des Eingangssignals und der Entwicklung einer geeigneten Adaptivität des ABE-Verfahrens. Ziel ist die weitere Verbesserung der Sprachqualität unter der schwierigen Randbedingung wechselnder effektiver Sprach-Bandbreite im Eingangssignal durch Handover oder Sprecherwechsel.

4.2 Störgeräuschreduktion

In Kooperation mit der Firma NXP Software B.V. aus Leuven, Belgien, hat im Berichtszeitraum das zweite Projektjahr zum Thema modellbasierter Störgeräuschreduktion für Mobiltelefonie begonnen, das von Herrn Elshamy bearbeitet wird.

Ziel des Projekts ist es, Störgeräusche in Sprachsignalen so weit es geht zu eliminieren. Hierfür wurden noch im ersten Projektjahr die gestörten Sprachsignale mittels des Quelle-Filter-Modells zur Spracherzeugung in ein Anregungssignal und eine spektrale Einhüllende zerlegt. Erste Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Ersetzung der gestörten Einhüllenden durch eine störungsfreie Einhüllende zu einem verbesserten Ergebnis führte. Daraufhin sind diverse modellbasierte Zuordnungsverfahren untersucht worden. Im Detail wurden unterschiedliche Codebücher mit verschiedenen Repräsentationen spektraler Einhüllenden erstellt. Unter anderem stellte sich die Größe der Codebücher als wichtiger Parameter heraus. So zeigte sich, dass ein größeres Codebuch zu einer verbesserten Performanz führte. Ergebnisse aus dem ersten Projektjahr wurden in einer Publikation auf der jährlich stattfindenden, internationalen Konferenz Interspeech in Dresden veröffentlicht [ELS/FIN1].

Zeitgleich mit Beginn des zweiten Projektjahres wurden sogenannte Hidden-Markov-Modelle eingeführt, um den Zusammenhang zwischen der gestörten und der störungsfreien spektralen Einhüllenden herzustellen. Anschließend wurde die potentielle Verbesserung des gestörten Anregungssignals (durch die Stimmbänder) analysiert. Überraschenderweise stellte sich heraus, dass eine Verbesserung des Anregungssignals wichtiger ist als die Schätzung einer störungsfreien spektralen Einhüllenden. Für die Bereinigung des Anregungssignals wurde ein innovatives Verfahren entwickelt, welches eine idealisierte Anregung in Abhängigkeit der Sprachgrundfrequenz des Sprechers synthetisiert. Dieses Verfahren hat die positive Eigenschaft, degradierte harmonische Sprachanteile wiederherstellen zu können. Das resultierende Sprachsignal hat somit einen volleren Klang und weist ein in der Frequenz kontinuierlicheres Spektrum im Vergleich zu bisherigen Referenzverfahren auf.



Abbildung 4: Mess- und Experimentalsystem für automotiv Telekonferenzsysteme in unserem Forschungsfahrzeug

4.3 Sprachverbesserung im Kfz

Für die Weiterentwicklung, Erstellung und Evaluation von automotiven Algorithmen zur Sprachverbesserung steht der Arbeitsgruppe ein in unser Forschungsfahrzeug integriertes Mess- und Experimentalsystem für Automobiltelekonferenzsysteme zur Verfügung. Dieses DFG-Forschungsgroßgerät (siehe **Abbildung 4**) erlaubt zudem die prototypische Entwicklung dieser Algorithmen auf DSP-Basis und die Qualitätsmessung der bei diesen Verfahren beteiligten Signal- und Störkomponenten. Es umfasst auch zwei Kunstköpfe und kann im realen Fahrbetrieb eingesetzt werden.

So wurde ein frequenzbereichsbasierter Ansatz zur monofonen akustischen Echokompensation und Störgeräuschreduktion mit Hilfe des Forschungsgroßgeräts erforscht, weiterentwickelt und getestet. Dieser Ansatz erlaubt das hochqualitative Freisprechen in Fahrzeugen, und zwar in der als „HD Voice“ bezeichneten Qualität über einen Mobilfunkkanal. Technisch ausgedrückt bedeutet das eine hohe Sprachbandbreite von 50 Hz bis 7000 Hz und daraus folgend sehr gute Sprachverständlichkeit und -qualität. Zudem zeichnet sich das entwickelte Freisprechsystem durch volle Duplex-Fähigkeit und nur geringe verbleibende Störgeräusche aus.

Sollten die vorherrschenden Bedingungen des aktuell genutzten Mobiltelefonkanals eine HD-Voice-Übertragung nicht zulassen, so hat die Arbeitsgruppe auch für diesen Fall ein Verfahren entwickelt, das eine nahezu „HD Voice“-artige Sprachverständlichkeit ermöglicht. Dazu wird auf Seiten des Empfängerendgeräts eine Lautanalyse des herkömmlich übertragenen, schmalbandigen Telefon-

signals durchgeführt. Typischerweise hat man es hier mit einer Sprachbandbreite von unter 3500 Hz zu tun. Die im Bezug zu einer breitbandigen HD-Voice-Übertragung fehlenden hohen Frequenzanteile werden mit Hilfe von Codebüchern und statistischen Modellen geschätzt und dem übertragenen Empfangssignal hinzugefügt.

Das ZIM-Kooperationsprojekt „Car in a Box“ mit der Fa. HEAD acoustics GmbH hat die Entwicklung und Verifikation eines Geräts zur Simulation der Akustik von Fahrzeugkabinen zum Ziel. Für die Qualitätsbewertung von Automobilen spielt die Sprachqualität bei der Mobilkommunikation mit Hilfe von Freisprechanlagen eine immer wichtigere Rolle. Das in diesem Projekt entwickelte Car-in-a-Box-Gerät soll es erlauben, basierend auf schnell durchführbaren Messungen am Fahrzeug-Prototypen, die Akustik in Fahrzeugkabinen nachzustellen, so dass in einem frühen Stadium des Entwicklungszyklus' eines Freisprechsystems dieses an das jeweilige Fahrzeug angepasst werden kann. Dabei kommt das Forschungsgroßgerät nicht nur als Versuchsträger des Freisprechsystems zum Einsatz, sondern auch als Mess- und Verifikationsplattform für die Überprüfung der korrekten Funktion der Car in a Box.

4.4 Akustische Überwachungstechnik

In dem ZIM-Projekt „Audioradar“ mit der Firma artec technologies AG in Diepholz hat Herr Transfeld die Algorithmen zur akustischen Quellenlokalisierung mit einem bis zu 16-kanaligen Mikrofonarray entwickelt. Mit Hilfe der im Rahmen des Projektes mehrkanalig aufgenommenen und in einer Datenbank mit akustischen Events und Störgeräuschen gespeicherten Daten konnten die Algorithmen weiter in ihrer Leistung optimiert werden. Zusätzlich wurde mit den akquirierten Daten den Fragen nach Abstand, Aufteilung und Anzahl der Mikrofone nachgegangen. Die finale Konfiguration der Algorithmen wurde zunächst in einen echtzeitfähigen Demonstrator integriert, der in einer MATLAB-Version dem Institut zur Verfügung steht. Im Rahmen eines einwöchigen Programmierworkshops in Diepholz wurde mit der Umsetzung der Algorithmen in ANSI-C begonnen. Mittlerweile ist das Projekt zu Ende geführt und alle Ergebnisse wurden im Abschlussbericht zusammengefasst [TRA/FIN4].

Im Bereich der akustischen Quellenlokalisierung konnte Herr Transfeld im Berichtszeitraum gute Erfolge erzielen. In dieser Thematik geht es darum, aus mehrkanaligen Mikrofonsignalen Informationen über die Position einer akustischen Quelle zu erhalten. Da die Positionen der Mikrofone relativ zu einander bekannt sind, kann mit Hilfe der Kreuzkorrelation die Verzögerung zwischen zwei Mikrofonsignalen geschätzt werden. Mit Hilfe einer geschickten Weiterverarbeitung kann der Einfluss von Echos und Störgeräuschquellen minimiert werden. Je nach Rechenleistung des Systems und Anforderungen an die Genau-

igkeit der Lokalisierung sind die verwendeten Algorithmen echtzeitfähig. Die Forschungsergebnisse wurden mit der im Projekt „Audioradar“ erstellten Audio-datenbank verifiziert und hatten so auch direkten Einfluss auf den Erfolg des Projekts. In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurden die Ergebnisse national und international publiziert und fanden guten Anklang [TRA/FIN1], [TRA/FIN2], [TRA/FIN3].

Das Gebiet der akustischen Event-Klassifizierung beschäftigt sich mit der Analyse von Audiosignalen in Hinblick auf als relevant angesehene akustische Ereignisse. Herr Transfeld hat hier mit Unterstützung von Herrn Receveur ein auf Hidden-Markov-Modellen (HMMs) basierendes System entworfen, das diese Aufgabe übernimmt. Als interessantes Anwendungsgebiet der akustischen Event-Klassifizierung hat sich die Überwachung von Automobilen im Hinblick auf Einbruch herausgestellt. Hier besteht der Vorteil der akustischen Überwachung darin, dass keine zusätzliche Hardware verbaut werden muss, da das vorhandene Freisprechmikrofon des Fahrzeugs genutzt werden kann. Mit Hilfe von selbst aufgenommenen In-Car-Street-Geräuschsignalen hat Herr Transfeld die Überwachung eines am Straßenrand geparkten Autos simuliert. Die Präsentation der Ergebnisse auf der INTERSPEECH 2015 in Dresden stieß auf großes Interesse [TRA/REC/FIN1].

4.5 Automatische Spracherkennung

Herr Receveur führte im Berichtszeitraum das ZIM-Projekt „VoiceMail by Voice“ mit der Auerswald GmbH in Cremlingen zu Ende, in dessen Rahmen eine neuartige Sprachsteuerung einer Voice-Mailbox auf einem Systemtelefon entwickelt wurde. In den abschließenden Arbeitspaketen wurde hierzu von Herrn Receveur die Systemintegration auf einer von der Firma Auerswald neu entwickelten Telefonplattform zu einem prototypischen Gesamtsystem vorangetrieben, sowie Fehlerkorrekturen und die Optimierung des Gesamtsystems vorgenommen. Insgesamt wurden im Projektverlauf für die akustische Modellierung drei Bandbreiten-Szenarien (Schmalband, Breitband, interpoliertes Breitband) betrachtet, wobei im Trainingsprozess jeweils verschiedene Optimierungsschritte zur Anwendung kamen. So war es möglich, bei hohen Erkennungsraten (>99% Accuracy) für alle trainierten akustischen Modelle deutliche Beschleunigungen in der Laufzeit zu erzielen. Im letzten Arbeitspaket wurde von Herrn Receveur in Abstimmung mit dem Projektpartner der Projektabschlussbericht [REC/FIN2] verfasst und eingereicht.

Auf dem Gebiet der robusten Spracherkennung verfolgte Herr Receveur im Berichtszeitraum weiter die Grundlagenforschung zu iterativen Verfahren der Informationsfusion aus mehreren Informationsquellen. So wurde ein Journal-artikel zum Thema “Turbo Automatic Speech Recognition” zu den IEEE Trans-

actions on Audio, Speech, and Language Processing eingereicht. Ein weiterer Journalartikel zusammen mit Dr. Pejman Mowlae (Universität Graz) zum Thema "Classifier Fusion of Magnitude and Phase Information by Turbo Automatic Speech Recognition" wurde für ein Special Issue des Elsevier Speech Communication Journals eingereicht. Weiterhin fand ein Beitrag zur audiovisuellen Spracherkennung Eingang in ein Springer-Buch zur sprachbasierten Mensch-Maschine-Interaktion [REC/FIN1]. Parallel wurden im Rahmen einer Masterarbeit [MA 15/014] der Transfer der extrinsischen Information und das iterative Konvergenzverhalten genauer analysiert. In einer weiteren Masterarbeit [MA 15/016] mit Fokus auf iterativer Spracherkennung in störgeräusch-behafteter Umgebung wurden sogenannte Multi-Modell-Ansätze mit mehr als zwei Einzelerkennern eingehender untersucht.

Basierend auf im Jahr 2014 veröffentlichten Arbeiten zur multimodalen (audio-visuellen) Turbo-Spracherkennung erhielt Herr Receveur im Berichtszeitraum eine Einladung zu einem Forschungsaufenthalt in der Sprachverarbeitungsgruppe des IBM Thomas J. Watson Research Centers in Yorktown Heights, New York. Ein Erfahrungsbericht zu diesem Forschungsaufenthalt findet sich auf Seite 97.

Weiterhin wurde im Berichtszeitraum eine Masterarbeit [MA 15/018] angefertigt, in der untersucht wurde, wie robust ein Spracherkenner im Zusammenspiel mit einer zweikanaligen Echokompensation und einer typischen Kommando-Aufgabe ist. Dieses Verfahren erlaubt automatische Spracherkennung im Auto ohne Push-to-Talk-Taste und das übliche Stummschalten des Radios.

4.6 Emotionserkennung in Team-Meetings

Basierend auf den im letzten Jahr akustisch aufgenommenen Team-Meetings in Kooperation mit dem Institut für Konstruktionstechnik und dem Institut für Psychologie der TU Braunschweig hat sich Herr Meyer verstärkt mit der Analyse von Team-Meetings befasst. Längerfristiges Ziel ist es, verschiedene Kommunikationsmuster in Team-Meetings automatisiert analysieren zu können. Relevante Fragen könnten dabei beispielsweise sein: „Wer spricht mit wem?“, „Wer leitet das Meeting?“ oder „Wie ist der emotionale Zustand der beteiligten Gesprächspartner?“. Die Grundlage für diese Analysen bilden ein über ein mobiles Headset akquirierter Audiokanal pro Person sowie diverse Video-Sensoren, mit denen die Gesichter der Personen aufgezeichnet werden.

Um Meetings dieser Art gestalten und vor allem auswerten zu können, wurde die Zusammenarbeit mit dem Institut für Psychologie ausgeweitet. Da die manuellen Transkriptionen der Team-Meetings sehr aufwendig sind und nur mit zahlreichen (studentischen) Mitarbeitern bewältigt werden können, wird zunächst versucht, diesen Prozess zu beschleunigen und automatisiert zu unterstützen. Dazu wurde in einem ersten Schritt mit tatkräftiger Unterstützung einer stu-

dentischen Hilfskraft eine grafische Oberfläche zum schnelleren und vor allem genaueren Transkribieren der aufgenommenen Datensätze implementiert und in einer ersten Version in Betrieb genommen. Diese soll in Kürze mit einer automatischen Segmentierung der einzelnen Sprachanteile aller Teilnehmer erweitert werden, um beim Transkribieren das mühsame und manuelle Selektieren von Sinneinheiten zu umgehen.

Um parallel das System der automatischen Emotionserkennung weiterzuentwickeln, wurde begonnen, die Extraktion der Merkmale zu überarbeiten. In einer Masterarbeit [MA 15/015] konnte dazu ein robuster Detektor für die Sprachgrundfrequenz entwickelt werden, welche ein sehr charakteristisches Merkmal für Emotionen in Sprache darstellt.

4.7 Sprach- und Audio-Codierung bzw. -Decodierung

Im Berichtszeitraum hat Frau Han ihre Arbeiten zu der neuartigen Decodiermethode weitergebracht, welche die Leistung von skalarer Lloyd-Max-Quantisierung (LMQ) sogar unter fehlerfreien Übertragungsbedingungen für korrelierte Prozesse verbessert. Bei diesem Ansatz kann ein empfängerseitig zeitlich adaptives Codebuch unter Verwendung des Standard-LMQ-Encoders und eines optimierten empfängerseitigen Prädiktors erzeugt werden. Eine analytische Herleitung der Varianz des Prädiktionsfehlers konnte gefunden werden und wurde auf der SCC 2015 [HAN/FIN1] publiziert. Unter Verwendung der gleichen Methode konnte auch für den Adaptive-Differential-Pulse-Code-Modulation (ADPCM)-Decoder die Sprachqualität unter fehlerfreien Übertragungsbedingungen verbessert werden. Die Ergebnisse wurden auf der EUSIPCO 2015 publiziert [HAN/FIN2].

Weiterhin hat Frau Han auch die Effizienz von MPEG-4 High-Efficiency Advanced Audio Coding (HE-AAC) unter fehlerhaften Übertragungsbedingungen verbessert. Im HE-AAC ist der globale Verstärkungsfaktor mit einer festen Codewortlänge (8 Bit) codiert (fixed-length coding, FLC). Die Skalierungsfaktoren und quantisierten Spektralkoeffizienten sind mit variabler Länge codiert (variable-length coding, VLC). Aufgrund der Fehlerfortpflanzung in VLCs wird ein robuster Quellendecoder für die HE-AAC-Übertragung über einen fehleranfälligen Kanal benötigt. Unter Verwendung der Soft-Decision-Decodierung mit fester Länge für den globalen Verstärkungsfaktor und mit variabler Länge für die Skalierungsfaktoren im HE-AAC kann das globale Signal-zu-Rauschleistungsverhältnis (SNR) um bis zu 2,88 dB bei gestörten globalem Verstärkungsfaktor, Skalierungsfaktoren und quantisierten Spektralkoeffizienten verbessert werden. Wenn nur der globale Verstärkungsfaktor und die Skalierungsfaktoren gestört sind, kann das globale SNR sogar um bis zu 11,26 dB verbessert werden. Die Ergebnisse wurden auf der AES 2015 in New York publi-

ziert [HAN/FIN3]. Parallel wurde in der Masterarbeit [MA 15/011] die Anwendung der Soft-Decision-Decodierung auf den Adaptive-Multiraten-Sprachcodec (AMR) weiter vorangetrieben.

5. Handschrifterkennung

Mit dem Abschluss des HADARA-Projektes (siehe Abschnitt 5.1) und der Pensionierung von Dr. Märgner kommen die Arbeiten zur Handschrifterkennung langsam zu einem Ende. Deshalb soll an dieser Stelle ein kurzer Rückblick auf unsere Aktivitäten in diesem Bereich unternommen werden.

Auf der Grundlage von Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Bildverarbeitung, die seit den frühen 1980-iger Jahren am IfN – insbesondere für Grafiken und Linienzeichnungen – durchgeführt wurden, wurde Anfang der 1990-iger Jahre als neuer Schwerpunkt mit der Erkennung von Handschrift begonnen. Zunächst ging es dabei um die Erkennung handgeschriebener Ziffern. Aber schon 1993, vor mehr als 20 Jahren, begann Dr. Bippus mit der Arbeit an seiner Dissertation, in der es um die Erkennung fließend geschriebener Wörter ging. Dabei konnte auf Methoden zurückgegriffen werden, die sich bei der Erkennung gesprochener Sprache bewährt hatten. Nach dem Abschluss der Dissertation von Dr. Bippus im Jahr 2000 nahm Dr. Pechwitz die Arbeiten zur Erkennung arabischer Handschrift, unterstützt durch eine Finanzierung der Volkswagenstiftung, in Kooperation mit Prof. Amiri von der ENIT (Ecole nationale d'ingénieurs de Tunis), auf. Nach der Veröffentlichung der IFN/ENIT-Datenbasis mit handgeschriebenen tunesischen Städtenamen, die inzwischen quasi als Standard zur Evaluation von Handschrifterkennungssystemen gilt, schloss Dr. Pechwitz seine Dissertation 2004 ab.

In der nachfolgenden Zeit wurden, basierend auf der IFN/ENIT-Datenbasis, alle zwei Jahre, beginnend im Jahr 2005, internationale Evaluationen von Systemen zur Erkennung arabischer handgeschriebener Wörter durch das IfN organisiert. In der darauf folgenden Zeit wurden die Arbeiten an der arabischen Handschrifterkennung von Herrn El Abed mit Unterstützung des DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst) in Zusammenarbeit mit der ENIT in Tunis und der ENIS in Sfax weiterverfolgt. Zeitweise wurden wir dabei auch von Gastwissenschaftlern (Dr. Mozaffari aus dem Iran und Frau Dr. Messaoud aus Tunesien) unterstützt, die ihre Forschungsarbeiten bei uns am Institut durchführten. Die internationale Präsenz unserer Arbeiten auf dem Gebiet der arabischen Handschrifterkennung ermöglichte uns schließlich die erfolgreiche Beantragung eines trilateralen DFG-Projektes mit Partnern aus Israel und Palästina. Dieses HADARA genannte Projekt befasste sich mit der Digitalisierung und Verarbeitung historischer arabischer handgeschriebener Texte und konnte Anfang 2015

erfolgreich abgeschlossen werden. Näheres über die im letzten Jahr durchgeführten Arbeiten wird im folgenden Abschnitt dargestellt.

Weiter sind wir aktiv auf dem Gebiet der Handschrifterkennung: Derzeit findet ein Technologietransfer auf diesem Gebiet im Rahmen eines ZIM-Projekts (siehe Abschnitt 5.2) in Kooperation mit einer regional ansässigen Firma statt – mit dem erklärten Ziel, daraus Produkte entstehen zu lassen.

5.1 Arabische Handschrift: DFG-Projekt HADARA

Nach einer Laufzeit von insgesamt fünf Jahren wurde das DFG-geförderte internationale HADARA-Projekt am 31. Januar 2015 abgeschlossen. In dieser Zeit ist ein umfangreiches Software-Framework entstanden, das anschließend unter dem Namen HADARA-System unter der GNU GPL (general public license), einer weit verbreiteten Free/Libre-Open-Source-Software-Lizenz, zur freien Verwendung veröffentlicht wurde.

Aufbauend auf dem HADARA-System wurden diverse Applikationen mit grafischen Oberflächen (GUI) entwickelt. Die *HADARA-GUI* unterstützt die Annotation von historischen arabischen Dokumenten, das Word Spotting sowie die Textsuche. Bei der Annotation wird die Textposition in Dokumentbildern durch Polygonzüge festgelegt. Dies kann auf Textblock-, Textzeilen- oder Wort-Ebene erfolgen. Zusätzlich wird zum dazugehörigen Text die Transkription erfasst. Beim Word Spotting wird in gescannten Dokumenten nach bestimmten Suchbegriffen gesucht, ohne dass dem Computer bereits der extrahierte Text in den Dokumenten zur Verfügung steht. Bei der Textsuche hingegen wird nach Suchbegriffen in einer zur Verfügung stehenden Transkription gesucht, die entweder manuell oder (semi-)automatisch mittels Texterkennungstechniken erworben wurde. Die *Paläographie-GUI* dient Forschern der Paläographie oder benachbarter Disziplinen, wie der Kodikologie, dazu, für sie relevante Eigenschaften eines Dokuments zu untersuchen, zu dokumentieren und zu archivieren. Mit Hilfe der *Schreiberidentifikations-GUI* kann unter anderem die Anzahl Schreiber oder Schreibstile in einem Dokument ermittelt werden. Die meisten dieser Applikationen wurden ebenfalls inklusive Quellcode veröffentlicht.

Ein elementarer Bestandteil des HADARA-Systems, mit dem sich auf einfache Weise komplexe Dokumentanalyseprozesse erstellen lassen, ist die *Setup-GUI*. Alle zur Verfügung stehenden Module, von verschiedenen Binarisierungen über Seitenlayoutanalysen und Textzeilensegmentierungen bis hin zu Word Spotting oder Handschrifterkennung, lassen sich zu komplexen Prozessketten verbinden. Über Verbindungslinien kann der Informationsfluss per Drag’n’Drop gesteuert werden. **Abbildung 5** zeigt eine Prozesskette, in der festgelegt wird, wie ein grauwertiges Dokument von insgesamt vier Modulen verarbeitet werden soll.

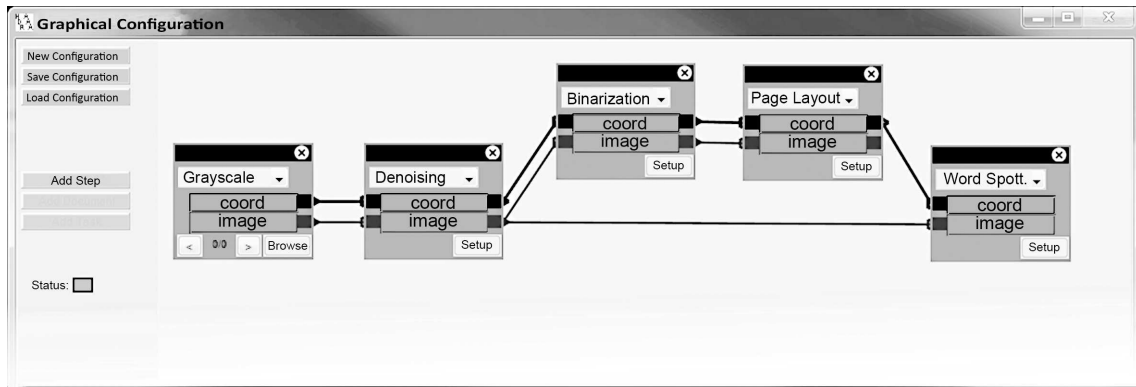


Abbildung 5: Die Setup-GUI des HADARA-Systems – hier mit einer Prozesskette bestehend aus einem Eingabedokument, das von vier Modulen bearbeitet wird.

Die Open-Access-Strategie dieses DFG-geförderten Projekts führte neben der Quellcode-Veröffentlichung auch zur Aufbereitung und Veröffentlichung umfangreicher Datensammlungen. Im Berichtszeitraum wurde der aufwendig annotierte Datensatz HADARA80P, der auf die Entwicklung und Evaluierung segmentierungsfreier Word-Spotting-Verfahren abzielt, unter einer ebenfalls sehr liberalen Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht.

Die vielen multidisziplinären Arbeiten des Projekts mündeten schließlich in umfangreichen Abschlussberichten [FIN/MAE/PAN/FEC1]. Zum Zeichen des Dankes für die erfolgreiche langjährige Zusammenarbeit, die eben auch besonders durch Freundschaft geprägt war, hat uns ein Projektpartner aus Israel eine Fotocollage von gemeinsamen Momenten in der Projektlaufzeit geschenkt, die uns im Gedächtnis bleiben werden. Vielen herzlichen Dank!

5.2 Lateinische Handschrift: Erkennung in Formularen

Auf Grund unserer Erfahrung auf dem Gebiet der Dokumentenanalyse und der Handschrifterkennung ist die ITU consult GmbH auf uns aufmerksam geworden. Die gemeinsamen Interessen mündeten schließlich in das ZIM-Projekt „Technologien zur Texterkennung aus handschriftlichem Fließtext“, das seit Februar 2015 maßgeblich von Herrn Pantke bearbeitet wird. Ziel dieses Technologie-Transfer-Projektes ist die Erkennung von handschriftlichem Text in Formularen wie etwa Steuererklärungen, Fragebögen oder bei Gewinnspielen.

Der zu erkennende Text kann dabei aus Ziffern in einem Datumsfeld oder aus Buchstaben, wie beispielsweise in einem Berufs- oder Namenfeld, bestehen. Wörter können sowohl in Blockbuchstaben als auch in Kursivschrift geschrieben sein. Als Königsdisziplin ist die Erkennung von Freitexten geplant. Dies umfasst

die Erkennung von Kommentarfeldern, bei denen weder das exakte Format, wie die verwendete Anzahl an Zeilen, noch die Länge oder gar der Inhalt des Textes bekannt sind. Hier sind umfangreiche allgemeinsprachliche wie auch domänen-spezifische Wörterbücher und Sprachmodelle für akzeptable Erkennungsraten essentiell.

Der große Schritt auf unserer Seite ist zunächst die Transferleistung von den bisher im Institut behandelten historischen arabischen Handschriften, die fast ausschließlich von gelehrten, professionellen Schreibern erstellt wurden, auf kontemporäre Handschriften mit lateinischen Buchstaben. In der heutigen Zeit, in der oft nur noch auf PCs oder Tablets geschrieben wird, stellt das allgemeine Schriftbild schon für den Menschen immer mal wieder eine Herausforderung beim Lesen dar. Was dies für die automatische Handschrifterkennung bedeutet, werden wir in den nächsten Monaten genauer sehen. Das erklärte Ziel ist es, unsere bisher im Forschungskontext gesammelten Erfahrungen mit in die Entwicklung eines professionellen Produkts einzubringen.

6. Das Bayesianische Gehirn auf Basis von EEG-Signalen

Die populäre, jedoch kaum empirisch belegte Theorie des „Bayesianischen Gehirns“ besagt, dass das Gehirn die sensorischen Eindrücke auf Bayes-optimale Art kombiniert und Wahrscheinlichkeitsverteilungen sowohl kodiert als auch aktualisiert. Das interdisziplinäre Projekt dazu fand in Kooperation mit Prof. Bruno Kopp von der Neurologischen Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) statt. Es bildete eine Schnittstelle zwischen Psychologie, Neurologie und Signalverarbeitung. Herr Antonio Kolossa entwickelte und testete auf Basis der Hypothese des Bayesianischen Gehirns mathematische Modelle für die Vorhersage von in Elektroenzephalografie (EEG)-Signalen eines Menschen unterscheidbaren Komponenten, sogenannten ereigniskorrelierten Potentialen (EKP). Mittels dieser Modelle und der EKP-Daten wurde die Theorie des Bayesianischen Gehirns erfolgreich getestet.

Im ersten Abschnitt des Projekts wurde ein EKP gemessen, während die Probanden eine einfache Aufgabe absolvierten, in der ihnen lediglich unterschiedlich wahrscheinliche Ereignisse sequentiell präsentiert wurden, sie über die Wahrscheinlichkeiten jedoch nicht informiert wurden. In einem digitalen Filtermodell wurden Kurzzeit-, Langzeit- und Arbeitsgedächtnis zusammenfassend modelliert, um die Wahrscheinlichkeiten der Ereignisse zu schätzen. Es konnte gezeigt werden, dass dieses Filtermodell den zeitlichen Verlauf des EKPs signifikant besser vorhersagt als bekannte Modelle aus der Literatur. Während das Kodieren von Wahrscheinlichkeiten (Erwartung von Ereignissen) hierdurch erfolgreich getestet wurde, konnte jedoch das Aktualisieren der Wahrscheinlichkeiten nicht direkt geprüft werden.

Im zweiten Abschnitt des Projekts wurde ein komplexerer Versuchsaufbau entworfen, in dem neben den beobachtbaren Ereignissen auch verborgene Zustände existieren und die Probanden über sämtliche Wahrscheinlichkeiten aufgeklärt wurden. Ein rein auf dem Satz von Bayes basierendes Beobachtermodell wurde entwickelt, das die Wahrscheinlichkeiten sowohl der beobachtbaren Ereignisse als auch der verborgenen Zustände schätzt. Des Weiteren wurden vier EKPs untersucht, wodurch wie im ersten Versuch anhand eines dieser EKPs das Kodieren der Wahrscheinlichkeiten der beobachtbaren Ereignisse belegt wurde. Zusätzlich konnten mittels zweier weiterer EKPs auch Korrelate für das Aktualisieren dieser Wahrscheinlichkeiten und der Wahrscheinlichkeiten der verborgenen Zustände gefunden werden. Anhand des vierten EKPs konnte eine Differenzierung zwischen schneller, gedächtnisbasierter und langsamer, modellbasierter Wahrscheinlichkeitsschätzung gezeigt werden.

Mit der Einreichung der Dissertation mit dem Titel „Computational Modeling of Neural Activities for Statistical Inference“ von Herrn Kolossa am 08.09.2015 und dem eingeladenen Vortrag „A Computational Analysis of the Bayesian Brain“ [KOL/FIN3] zur Tagung des Human Brain Projects am 10.09.2015 an das renommierte Collège de France nach Paris (siehe Sonderbericht auf Seite 99) ist dieses Projekt vorerst abgeschlossen. Die Ergebnisse wurden im Berichtszeitraum noch auf zwei weiteren internationalen Konferenzen präsentiert [KOL/FIN1], [KOL/FIN2]. Die Doktorprüfung für Herrn Kolossa ist für den 11.12.2015 angesetzt.

Abteilung Mobilfunksysteme (Kürner)

1. Forschungsfelder der Abteilung

Die Forschungsfelder der Abteilung Mobilfunksysteme umfassen verschiedene Aspekte der Mobilfunktechnik. Die Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten liegen auf den Kompetenzfeldern „Wellenausbreitung und Funkkanalcharakterisierung“, „Link Level Simulation“, „System Level Simulation“ und „Generierung von Referenzszenarien für die Simulation“. Die in diesem Jahr bearbeiteten Projekte lassen sich einem von drei Anwendungsfeldern zuordnen, wobei die Forschung innerhalb jedes Projektes auf einem oder mehreren der genannten Kompetenzfelder erfolgt. Die drei Anwendungsfelder, die sich auch in der Struktur der Abschnitte vier bis sechs wiederfinden, umfassen „Methoden und Algorithmen für die Planung und Optimierung von Infrastrukturnetzen“, „Multigigabitkommunikation“ und „Fahrzeug-X-Kommunikation“ [KÜR2], [KÜR4]. Im vierten Anwendungsfeld „Erhöhung der Genauigkeit von Satellitennavigation“, über das in den vergangenen Jahren an dieser Stelle berichtet wurde, ist im Berichtsjahr der Abschlussbericht in Form einer Monografie veröffentlicht worden [KÜR/LIS1].

2. Projekte

Alle Wissenschaftlichen Mitarbeiter sind in Projekte mit der Industrie, anderen Universitäten oder Instituten innerhalb der TU Braunschweig eingebunden. Auch in diesem Geschäftsjahr konnten neue Projekte akquiriert werden. Wir sind in folgenden nationalen und internationalen Projekten engagiert:

2.1 Internationale Projekte

Das seit September 2012 laufende FP7-Projekt SEMAFOUR („Self-Management for Unified Heterogeneous Radio Access Networks“) wurde im Berichtsjahr abgeschlossen [HAH/BAUM/DRE/KÜR1], [KÜR/BAUM/HAH1] wie die COST-Aktion IC1004 „Cooperative Radio Communications for Green Smart Environments“, in der die Abteilung aktiv war und in der Herr Rose Chairman der Topical Working Group „Urban Environments Networks“ war. Das im Januar 2013 begonnene und vom Qatar National Research Fund geförderte Projekt CellCar („Advanced Cellular Technologies for Connected Cars“) wurde fortgeführt. Im CellCar-Projekt arbeiten wir mit Wissenschaftlern des Qatar Mobile Innovations Center (QMIC) zusammen. Zu Beginn des Jahres neu gestartet wurde das Horizon 2020-Projekt iBroW („Innovative ultra-BROadband ubiquitous Wireless communications through terahertz transceivers“), das eine Laufzeit von drei Jahren hat. Prof. Kürner und Herr Möller sind Mitglieder im C2C-CC (Car-to-car Communicati-

on Consortium). Prof. Kürner leitet die IEEE 802.15 THz Interest Group und die IEEE 802.15 Task Group 3d („100 Gbit/s over Beam switchable wireless point-to-point 100 Gbps links“) und arbeitet als Advisory Member im NGMN-Konsortium (Next Generation Mobile Networks) mit. Mit dem State Key Laboratory of Rail Traffic Control and Safety der Beijing Jiaotong University kooperieren wir auf dem Gebiet der Ausbreitungsmodellierung für die Fahrzeug-X-Kommunikation [LIS/MÖL/KÜR1], [KÜR3]. In diesem Jahr wurde die Kooperation u. a. mit zwei Gastaufenthalten von Dr. Guan in Braunschweig fortgeführt.

2.2 Nationale Projekte

Weitergeführt wurde das im August 2013 gestartete und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung für drei Jahre geförderte Projekt TERAPAN („Terahertzkommunikation für die nächste Generation Wireless Personal Area Networks“), für das wir auch als Koordinator verantwortlich zeichnen. Wir sind darüber hinaus Mitglied bei tubs.CITY (Center for Informatics and information Technology der Technischen Universität Braunschweig).

2.3 Industrieprojekte

Die Kooperation mit dem Canon Research Center France in Rennes zur Ausbreitungsmodellierung für die zukünftige THz-Kommunikation wurde auch in diesem Jahr fortgesetzt. Das von mehreren Mobilfunkbetreibern gemeinsam beauftragte Projekt zur Modellierung von Basisstationsantennen im Hinblick auf Standortgenehmigungsverfahren wurde abgeschlossen [KÜR/REY/ROS/FRI1]. Das im Oktober 2014 begonnene Projekt mit der Konzernforschung der Volkswagen AG auf dem Gebiet der LTE-Device-to-Device-Kommunikation wurde fortgesetzt. Darüber hinaus wurde ein Projekt im Auftrag der atesio GmbH in Berlin zur Erstellung von Referenzszenarien für die Simulation von Mobilfunknetzen durchgeführt und ein Projekt mit der Deutschen Telekom zur Evaluierung von Ausbreitungsmodellen gestartet. Mit der Firma Bosch gab es eine Kooperation in Form einer extern betreuten Masterarbeit [MA 15/008], [DRE/MÖL/KÜR1] und eines externen Promotionsvorhabens [KÜR6], das kurz vor dem Abschluss steht.

3. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung

Insgesamt waren zehn Wissenschaftliche Mitarbeiter im Berichtszeitraum in der Abteilung beschäftigt. Zum 30.11.2015 besteht die Abteilung aus acht Wissenschaftlichen Mitarbeitern. Das Anwendungsfeld „Methoden und Algorithmen für die Planung und Optimierung von Infrastrukturnetzen“ wird von den Herren Rose, Baumgarten, Hahn, Hoffmann (bis 31.5.2015) und Dreyer bearbeitet. Das Ge-

biet der Multigigabitkommunikation bearbeiten primär die Herren Peng, Fricke und Rey. Das Forschungsgebiet „Fahrzeug-X-Kommunikation“ wird von den Herren Möller und Dreyer betreut. Herr Liso (bis 31.3.2015) hat das Forschungsfeld der „Erhöhung der Genauigkeit von Satellitennavigation“ bearbeitet. Die Alumni Jörg Nuckelt und Thomas Jansen konnten im Berichtszeitraum jeweils ihre Dissertation erfolgreich abschließen. Tatkräftig unterstützt wird die Abteilung nicht zuletzt durch Frau Beyer sowie durch eine Vielzahl von wissenschaftlichen Hilfskräften und Studierenden, die im Rahmen ihrer Bachelor- und Masterarbeiten in der Abteilung mitarbeiten. Im Berichtszeitraum gab es zwei Bachelor- und acht Masterarbeiten.

4. Methoden und Algorithmen für die Planung und Optimierung von Infrastrukturnetzen

4.1 Simulationsplattform „SiMoNe“ (Simulator for Mobile Networks)

Die Simulationsplattform „SiMoNe“ [ROS/HAH/KÜR2], [ROS/BAUM/HAH/KÜR1], [ROS/BAUM/HAH/KÜR2] ist eine eigenständige Entwicklung der Abteilung Mobilfunksysteme, ursprünglich konzipiert, um die große Anzahl an unterschiedlichen Simulationsszenarien und -modellen beherrschbar zu machen, die in verschiedenen Projekten und studentischen Arbeiten [MA 15/001], [MA 15/003], [MA 15/009], [MA 15/019], [BA 15/701] zum Einsatz kommen. Mittels webbasierter Schnittstellen ist das Zusammenarbeiten sowohl im Institut als auch mit externen Partnern einfach möglich. SiMoNe ermöglicht es, reale und realitätsnahe Mobilfunknetze unterschiedlicher Städte auf Basis von echten geographischen Daten, Funknetztopologien, Pfadverlustprädiktionen und weiteren netzbezogenen Daten auf System-Ebene realistisch zu simulieren. Eine Besonderheit von SiMoNe liegt in der Berücksichtigung von sich zeitlich und räumlich verändernder Last im Mobilfunknetz. Mittels einer ansprechenden Visualisierung ist es nunmehr möglich, Mobilfunknetze mit flächigen Intensitätskarten oder sich individuell bewegendem Nutzern [HAH/ROS/KÜR3], [ROS/HAH/KÜR1], [HAH/ROS/KÜR1], [HAH/ROS/KÜR2], [BA 15/703] in Echtzeit zu simulieren und die Ergebnisse zu demonstrieren. **Abbildung 6** zeigt exemplarisch die Verbindungen von simulierten Nutzern zu LTE-Zellen in Zügen im Bereich des Hauptbahnhofs von Hannover. Darüber hinaus verfügt SiMoNe über eine Videostreaming-Funktion, mit der Videos (an ein angebundenes Smartphone oder Tablet, ggf. auf der Basis von Eingabedaten aus Systemlevel-Simulationen künstlich korrumpiert) übertragen werden, um somit das Nutzungserlebnis der simulierten Nutzer anschaulich demonstrieren zu können.

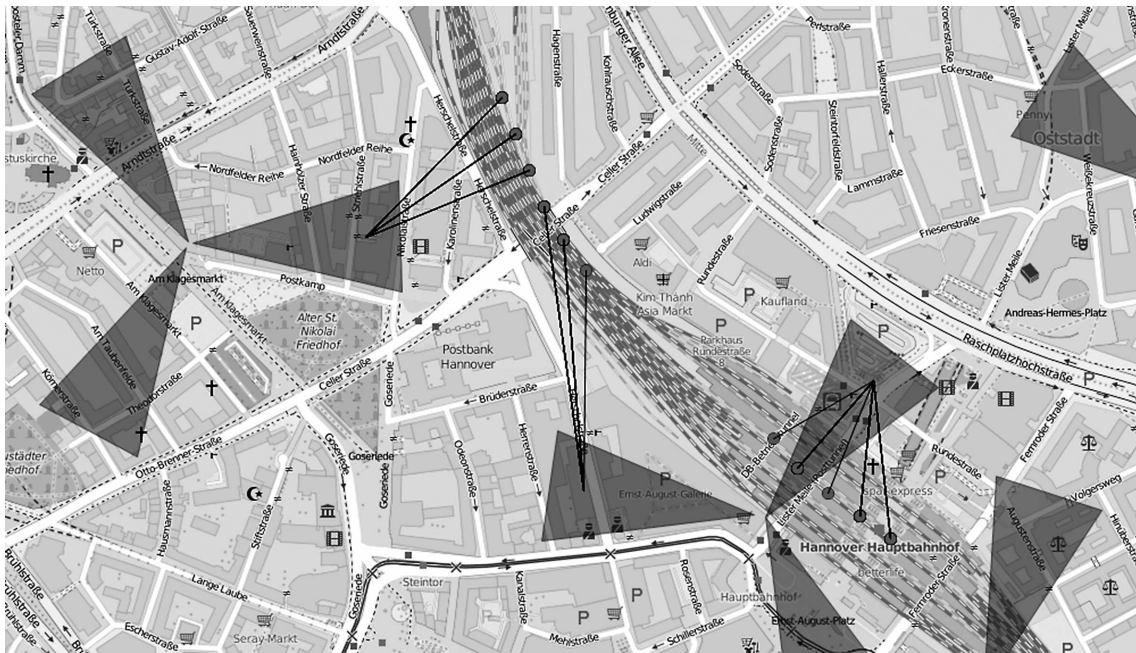


Abbildung 6: Verbindungen zwischen Zellen (Dreiecke entsprechen deren Antennenausrichtungen) eines LTE-Netzes und Nutzern in Zügen im Bereich des Hauptbahnhofs von Hannover

4.2 Ausbreitungsmodelle

Ein wesentlicher Aspekt bei der realistischen Simulation von Mobilfunksystemen ist eine ebenso realistische Ausbreitungsmodellierung. Hierbei zeigen sich aktuell zwei Trends: a) die Modellierung dreidimensionaler Szenarien und b) die Prädiktion mit hoher räumlicher Auflösung [KÜR5]. Die Notwendigkeit zur Modellierung dreidimensionaler Szenarien ergibt sich durch immer kleinere Zellgrößen, bei denen keineswegs mehr von einer einheitlichen Versorgung auf dem Boden und in höheren Stockwerken ausgegangen werden kann. Gerade Femto-Zellen und WLAN-Access-Points versorgen nur kleine Bereiche, die auf wenige Stockwerke begrenzt sind. Dadurch ergibt sich auch die Notwendigkeit für hohe räumliche Auflösung: Für die Berechnung von Indoor-Versorgungen kann nicht die gleiche, grobe Auflösung verwendet werden, wie sie für Macro-Zellen gemeinhin noch ausreichend ist ($\geq 10\text{m}$), da dann komplette Gebäude nur noch durch ein oder zwei Punkte charakterisiert werden würden. Ein weiterer Treiber für hochauflösende Ausbreitungsberechnungen ist die Untersuchung von MIMO-Systemen, die zur Modellierung die zeitliche und räumliche Korrelation von Signalkomponenten erfordert. Möchte man hierfür individuelle Nutzerbewegungen simulieren, sind höchste räumliche Auflösungen (im cm-Bereich) und entsprechend lange Rechenzeiten erforderlich. Eine neuartige Methode, mit der beide Aspekte adressiert werden können, ist das dreidimensionale, analytische

Ray Launching [KÜR/ROS/PEN/REY1]. Hierbei wird anstelle einer Pfadsuche zwischen zwei Punkten analysiert, welche Flächen vom Sender aus „gesehen“ werden. Der wesentliche Vorteil dieser Betrachtungsweise liegt darin, dass die gefundenen Flächen in beliebiger Auflösung im Postprocessing gerastert werden können, siehe **Abbildung 7**. Eine Interpolation der Prädiktion ist somit nicht mehr nötig. Des Weiteren ist es nunmehr möglich, Szenarien zeitvariant zu gestalten und zu prädictieren. Das bedeutet, dass einzelne Objekte zu diskreten Zeitpunkten das Szenario betreten oder verlassen können und ihr Einfluss in Form von flächenhaften Delta-Prädiktionen vorliegt. So kann beispielsweise die zeitvariante Abschattung durch einen vorbeifahrenden LKW auf eine dahinterliegende (invariante) Wand und das gleichzeitige Hinzukommen einer zeitvarianten, reflektierenden Oberfläche (des LKWs) beschrieben werden.

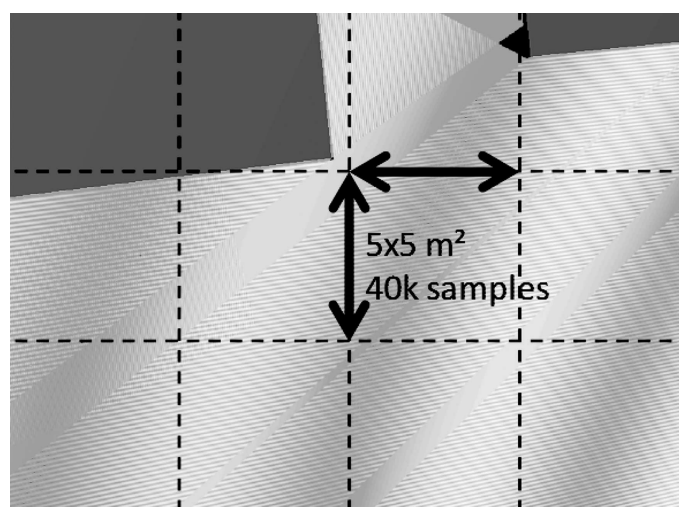


Abbildung 7: Sichtbarkeit von räumlichem Fast-Fading bei extrem hohen Auflösungen (hier 25 mm) in einem urbanen Gebiet. Die dunklen Flächen stellen Häuserfronten dar, von denen das einfallende Signal reflektiert wird und mit der direkten Komponente phasenabhängig interferiert

4.3 Policy-Based SON Management

Die Arbeiten zum Policy-Based SON Management (PBSM) wurden dieses Jahr im Zuge des SEMAFOUR-Projektes abgeschlossen [HAH1], [HAH2], [HAH3], [HAH/HOF1], [HAH/BAUM/DRE/KÜR1]. PBSM soll im Wesentlichen sicherstellen, dass die Zielwerte für Key Performance Indicators (KPIs), welche jeweils vom Netzbetreiber vergeben werden, umgesetzt werden. Um dies zu erreichen, werden die Parameter der einzelnen SON-Funktionen so eingestellt,

dass die daraus erfolgenden Änderungen am Netz die KPIs positiv beeinflussen [HAH/KÜR2]. Ein wesentlicher Nachteil von PBSM war jedoch bisher, dass das Konzept ein „Top-Down“-Ansatz war. Das heißt, dass Regeln für die Einstellung von SON-Funktionen einmal berechnet und im Live-Betrieb nicht an mögliche Änderungen (Netzwerk-Upgrades, steigender Datenverkehr, etc.) angepasst wurden. Um auf eventuelle Änderungen im Mobilfunknetz reagieren zu können, wurde das Konzept um eine kognitive Komponente erweitert [KÜR/BAUM/HAH1]. Dies bedeutet, dass das PBSM-System KPI-Messungen aus dem Live-Betrieb aufnimmt, verarbeitet und im Laufe der Zeit neue Regeln für die Parametrierung der SON-Funktionen errechnet. Diese kognitive Komponente ermöglicht es auch, dass die SON-Funktions-Modelle, die vom Hersteller geliefert werden müssen und das Verhalten der Parameter der SON-Funktion auf einzelne KPIs beschreiben, an das eigentliche Mobilfunknetz angepasst werden können. Das Konzept wurde erfolgreich in SONLAB anhand von vier SON-Funktionen implementiert, getestet, ausgewertet und mehrfach demonstriert [HAH/KÜR1], [DRE/HAH/HOF/KÜR1]. Die vier SON-Funktionen umfassten „Mobility Load Balancing“, „Mobility Robustness Optimisation“ (im SOCRATES-Projekt entwickelt) und „LTE/Wi-Fi“ [KÜR8] sowie „High Mobility Traffic Steering“ (die jeweils im SEMAFOUR-Projekt entwickelt wurden).

4.4 Dynamic Spectrum Allocation

Im Rahmen des SEMAFOUR-Projekts wurde auch ein Verfahren zu Dynamic Spectrum Allocation (DSA) entwickelt, das das Ziel hat, Frequenz innerhalb des Spektrums, das ein Netzbetreiber zur Verfügung hat, dynamisch zuzuweisen. In der ersten Phase des Projekts lag der Fokus auf der Zuweisung des verfügbaren Spektrums zwischen unterschiedlichen LTE-Zellen, um hier die gegenseitige Interferenz zu reduzieren und die LTE-Zellkapazitäten der jeweils aktuellen Lastsituation anzupassen („Intra-RAT DSA“). Im Berichtsjahr wurden intensive Untersuchungen zu der gemeinsamen Nutzung von Spektrum für LTE und GSM-Zellen durchgeführt („Inter-RAT DSA“) [DRE/HOF/KÜR1], [HAH/BAUM/DRE/KÜR1]. Die Idee dabei ist es, im Falle einer lokalen Überlastsituation im LTE-Netz für entsprechende Zellen einen zweiten Träger in dem ansonsten für GSM-Verkehrskanäle genutzten Bereich zu aktivieren (siehe **Abbildung 8**, links). Für diesen Anwendungsfall durchgeführte Simulationen haben gezeigt, dass aufgrund der unterschiedlichen Leistungsdichte beider Funktechnologien (siehe **Abbildung 8**, rechts) GSM kaum Beeinträchtigungen erfährt, während umgekehrt Teile des LTE-Spektrums – abhängig von der Lage der LTE-Signalisierungskanäle relativ zum GSM-Träger – durch einen GSM-Träger signifikant gestört werden können. Im SEMAFOUR-Projekt wurde ein Algorithmus entwickelt, der in der Lage ist, die optimale Position für einen möglichst störungsfreien zusätzlichen LTE-Träger im GSM-Frequenzbereich zu ermitteln, um damit die Leistungsfähigkeit von LTE durch diesen Träger zu ver-

bessern. Die Optimierung zielt darauf ab, die gegenseitige Interferenz zwischen den Technologien zu minimieren und die Netzabdeckung des LTE-Trägers zu maximieren. Simulationen haben hierbei gezeigt, dass Inter-RAT DSA die Kapazität einer LTE-Zelle mehr als verdoppeln kann, abhängig von der Lastsituation im GSM-Netz. Mit Inter-RAT DSA wären Netzbetreiber zukünftig in der Lage, für GSM-Frequenzbänder adaptiv und abhängig von der lokalen Endgerätepenetration und der damit verbundenen Lastsituation der beiden Technologien ein Refarming in Richtung von LTE durchzuführen, ohne hierfür bestimmte Teile des Spektrums für das GSM-Netz komplett zu deaktivieren.

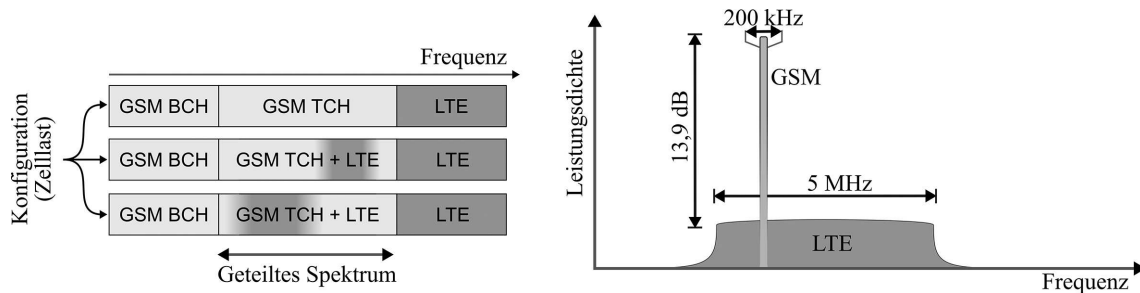


Abbildung 8: Konzept zur dynamischen Spektrumszuweisung zwischen LTE und GSM im gleichen Frequenzbereich (links) und spektrale Leistungsdichten bei GSM bzw. LTE (rechts)

4.5 Device-to-Device-Kommunikation

Device-to-Device-(D2D-)Kommunikation ermöglicht die direkte Kommunikation zwischen Endgeräten ohne vermittelnde Infrastruktur, wie z.B. Basisstationen im zellularen Mobilfunk. Während D2D in Form von reinen Ad-Hoc-Netzen wie Bluetooth oder WiFi-Direct bereits weit verbreitet ist, ist die Integration in den LTE-Mobilfunkstandard derzeit Gegenstand der 3GPP-Standardisierung [KÜR/BAUM/HAH1], [HAH/BAUM/DRE/KÜR1]. Insbesondere im Hinblick auf die Anforderungen an künftige 5G-Mobilfunknetze kann die direkte Kommunikation in Bereichen wie Machine-to-Machine-Kommunikation oder im professionellen Mobilfunk (Rettungskräfte und Ordnungshüter) die Netze entlasten oder neue Möglichkeiten schaffen. Die Verbindung aus Infrastruktur- und Ad-Hoc-Netzen ermöglicht im Versorgungsbereich des Infrastrukturnetzes ein effizienteres Management der Frequenzressourcen und in Bereichen ohne Versorgung durch Basisstationen weiterhin eine Kommunikation zwischen Teilnehmern über Ad-Hoc-Netze. Am IfN werden die Auswirkungen von großflächigem D2D-Einsatz auf Systemebene untersucht. Darüber hinaus besteht ein gemeinsames Forschungs- und Promotionsvorhaben in Kooperation mit der Volkswagen Konzernforschung, in welchem die D2D-Kommunikation über LTE als mögliche Alternative zum Einsatz des bestehenden Standards IEEE 802.11p in der Vehicle-

to-X-Kommunikation untersucht werden soll. Erste Aktivitäten hierbei zielten auf die Integration unterschiedlicher Kanalmodelle in einen Open-Source Link-Level-Simulator sowie auf entsprechende Performance-Untersuchungen auf dem Physical Layer.

5. Multigigabit-Kommunikation

Im Bereich der Multigigabitkommunikation im THz-Frequenzbereich [KÜR1], [KÜR/FRI/REY/PEN1], [KÜR/REY/FRI/PEN1], [KÜR/REY/FRI/PEN2] wurden im Berichtszeitraum drei Projekte bearbeitet und darüber hinaus die Aktivitäten im Bereich der Standardisierung und Regulierung forciert.

5.1 TERAPAN

Im Rahmen des vom BMBF geförderten TERAPAN-Projektes ist in Kooperation mit der Universität Stuttgart und dem Fraunhofer-Institut für angewandte Festkörperphysik ein erster Demonstrator für eine 300 GHz-Übertragungsstrecke mit (mechanisch) ausrichtbaren hochdirektiven Antennen entstanden (siehe auch Sonderbericht auf Seite 88) [KÜR10], [REY/KÜR1]. Die erste Generation von Sende- und Empfangsmodulen (siehe **Abbildung 9**), die in diesem Demonstrator eingesetzt werden, ist durch Übertragungsexperimente charakterisiert worden. Dabei ist eine Übertragungsrate von 12 Gbit/s mit einer QPSK-Modulation realisiert worden. Das Basisband der Übertragungsstrecke besteht senderseitig aus einem Arbitrary Waveform Generator (AWG) und empfängerseitig aus einem digitalen Oszilloskop. Somit können verschiedene Modulationsformate untersucht werden. In einer späteren Messkampagne, mit überarbeiteten Modulen der gleichen Chipgeneration, konnte so sogar eine Datenrate von 64 Gbit/s mit einer QPSK (Quadrature Phase Shift Keying Modulation) erzielt werden. Modulationsverfahren mit einer höheren spektralen Effizienz sind bislang in den Messungen wegen eines nicht ausreichenden Störabstandes noch nicht nutzbar. Folglich wird in Simulationen zurzeit ermittelt, ob beispielsweise die Linearität der eingesetzten Module oder das hohe Phasen-Rauschen den größten Einfluss hat. Die nächste Chipgeneration ist mittlerweile hergestellt und befindet sich in der „On-Wafer“ Charakterisierung, so dass Anfang nächsten Jahres die neuen Sende- und Empfangsmodule verfügbar sind. Zusammen mit einem dann verfügbaren, am IfN entworfenen, Antennenmodul soll dann eine elektronisch ausrichtbare Übertragungsstrecke mit 100 Gbit/s demonstriert werden.

Aufgrund des hohen Pfadverlustes ist der Einsatz von direktiven Antennen essentiell, um Übertragungsdistanzen von einigen Metern zu erzielen. Für eine Antenne mit beispielsweise 25 dBi Antennengewinn beträgt der 3 dB-Öffnungswinkel (also die „Half-Power Beam Width“) nur ca. 10°. Eine neue Herausforderung, die aus diesem kleinen Winkel resultiert, ist, dass beispielsweise

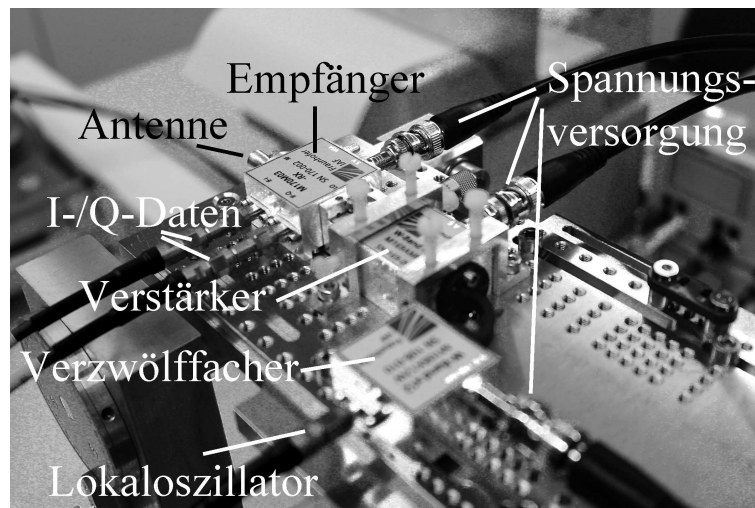


Abbildung 9: Sendeeinheit der TERAPAN-Übertragungsstrecke

am Empfänger der Ankunftszeit wesentlich genauer geschätzt bzw. ermittelt werden muss, als dies bei niedrigeren Frequenzen der Fall ist. Im IfN wurde daher ein zweiphasiges Verfahren zur Schätzung der Ankunftszeit entwickelt, das einen Kompromiss zwischen Zeitaufwand und Genauigkeit erzielt. In der ersten Phase werden bei einer niedrigen Frequenz, z. B. bei 2,4 GHz, mögliche Ankunftszeitbereiche ermittelt und als Grundlage für genauere Suche derselben bei 300 GHz verwendet. Darauf aufbauend wurden umfassende Messungen und Raytracing-basierte Simulationen durchgeführt, um das Konzept weiter zu entwickeln und zu validieren. Eine Weiterentwicklung dieses Algorithmus' ist in der Lage, auch im Falle einer Bewegung des Endgerätes, also im Falle eines dynamischen Kanals, während der Datenübertragung den Ankunftszeit zu schätzen. Dieser Algorithmus beruht auf einem „Bayesianischen Filter“, das die aktuelle Schätzung durch ein Gedächtnis zur Speicherung der vorherigen Ankunftszeit verbessert [PEN/REY/KÜR1], [PEN/KÜR4].

5.2 iBroW

Ziel des Horizon 2020-Projektes iBroW [KÜR9] ist es, ein kompaktes und energiesparendes drahtloses Kommunikationssystem für Femtozellanwendungen bei 90 GHz und bei 300 GHz mit einer nahtlosen Schnittstelle zum Glasfasernetz zu entwickeln. Die Rolle des Instituts für Nachrichtentechnik ist es, an der Definition der Anwendungsszenarien mitzuwirken [PEN/KÜR2], die zugehörigen realistischen Kanalmodelle zu entwickeln und darauf aufbauend die Anforderungen an die Hardware herzuleiten und eine Simulationsumgebung für die Linklevel- bzw. Systemlevel-Simulationen bereitzustellen. Im Berichtszeitraum wurden drei typische Anwendungs-Umgebungen und daraus resultierende Sze-

narien definiert: ein kleines Büro, ein Besprechungsraum und ein Hörsaal. Umfassende Messungen wurden bzw. werden in den Szenarien durchgeführt und Simulationen mit dem IfN-eigenen Raytracing-Simulator, siehe auch Abschnitt 4.2, durchgeführt. Erste Vergleiche mit Messungen für das erste Szenario zeigen eine gute Übereinstimmung mit diesen Simulationen.

5.3 Intra-Device-Kommunikation

Auch in diesem Jahr konnte die bestehende Kooperation mit dem Canon Research Centre France (CRF) auf dem Gebiet der Kanalcharakterisierung von THz-Kommunikationssystemen innerhalb von Geräten fortgesetzt werden. Basierend auf den vorangegangenen Arbeiten zu den verschiedenen Ausbreitungsphänomenen wurden abschließende Kanalmessungen durchgeführt, um den modifizierten Ray-Tracing Simulator zu verifizieren [FRI/KÜR1]. Weiterhin fanden die Ergebnisse der letzten zwei Jahre Eingang in den Standardisierungsprozess der IEEE 802.15 Task Group 3d „100 Gbit/s Wireless“ [FRI/KÜR2], [FRI/KÜR3]. Das Dokument dient der Definition von Eigenschaften des Funkkanals, welche bei der anschließenden Systementwicklung zu berücksichtigen sind. Seit Mitte des Jahres laufen vor diesem Hintergrund die Arbeiten zur Ableitung eines stochastischen Kanalmodells für die THz-Intra- und Inter-Device-Kommunikation aus den generierten Ray-Tracing-Ergebnissen. Das Kanalmodell sowie ein ebenfalls in der Entwicklung befindlicher „Channel Generator“ zur Erzeugung von Impulsantworten aus einfachen Parametersätzen, wie beispielsweise Größe des Geräts und Abstand der Antennen, werden Anfang nächsten Jahres Eingang in die Entwicklung des 802.15.3d Standards erhalten.

5.4 Standardisierung und Regulierung

In der IEEE 802.15 TG 3d laufen derzeit die Vorbereitungen für den „Call for Proposals“ für den weltweit ersten Kommunikationsstandard bei 300 GHz. In dem vorbereitenden Prozess hierfür wurden durch das IfN zahlreiche Eingangsdokumente verfasst [REY/KÜR3], [FRI/KÜR2], [FRI/KÜR3], [PEN/KÜR1], [PEN/KÜR3], [KÜR7]. Neben Prof. Kürner als Leiter der Task Group sind die Herren Rey und Fricke als Editor für das „Evaluation Criteria Document“ bzw. das „Channel Modeling Document“ aktiv. Außer in der Standardisierung von THz-Kommunikationssystemen waren wir auch in der Frequenzregulierung aktiv. In den „Radio Regulations (RR)“ der ITU (International Telecommunication Union) findet sich die Frequenztabelle, in der für die verschiedenen Regionen der Welt geregelt wird, für welche Dienste welcher Frequenzbereich genutzt werden darf. In Deutschland findet diese Tabelle Eingang in die Funkverordnung, die dann die Grundlage für die konkrete Lizenzierung bildet. Im Prinzip endet die Frequenztabelle der RR bei 275 GHz mit einer Fußnote, die es erlaubt, Frequen-

zen zwischen 275 GHz und 3 THz für aktive Dienste, zu denen auch die THz-Kommunikation gehört, zu nutzen, solange die dort erwähnten passiven Dienste (Radioastronomie und Erdbeobachtungssatelliten) nicht gestört werden. Erste Arbeiten, auch aus dem IfN, zeigen, dass eine Koexistenz der passiven und aktiven Dienste möglich sein wird. Daher hat das IfN in den nationalen Arbeitskreis 1 zur Vorbereitung der Weltfunkkonferenz 2015 (WRC 2015) einen Vorschlag für einen Tagesordnungspunkt der Weltfunkkonferenz 2019 eingebracht [REY1], [REY/KÜR2], [KÜR/REY1]. Dieser hat das Ziel der Sicherstellung der Nutzbarkeit der Frequenzen oberhalb 275 GHz auch für die Dienste „land mobile“ und „fixed“. Auf europäischer Ebene wurde der Vorschlag angenommen und wird nun als europäischer Vorschlag zur WRC 2015 im November eingebracht. Aus Asien liegt ein nahezu identischer Vorschlag vor.

6. Fahrzeug-X-Kommunikation

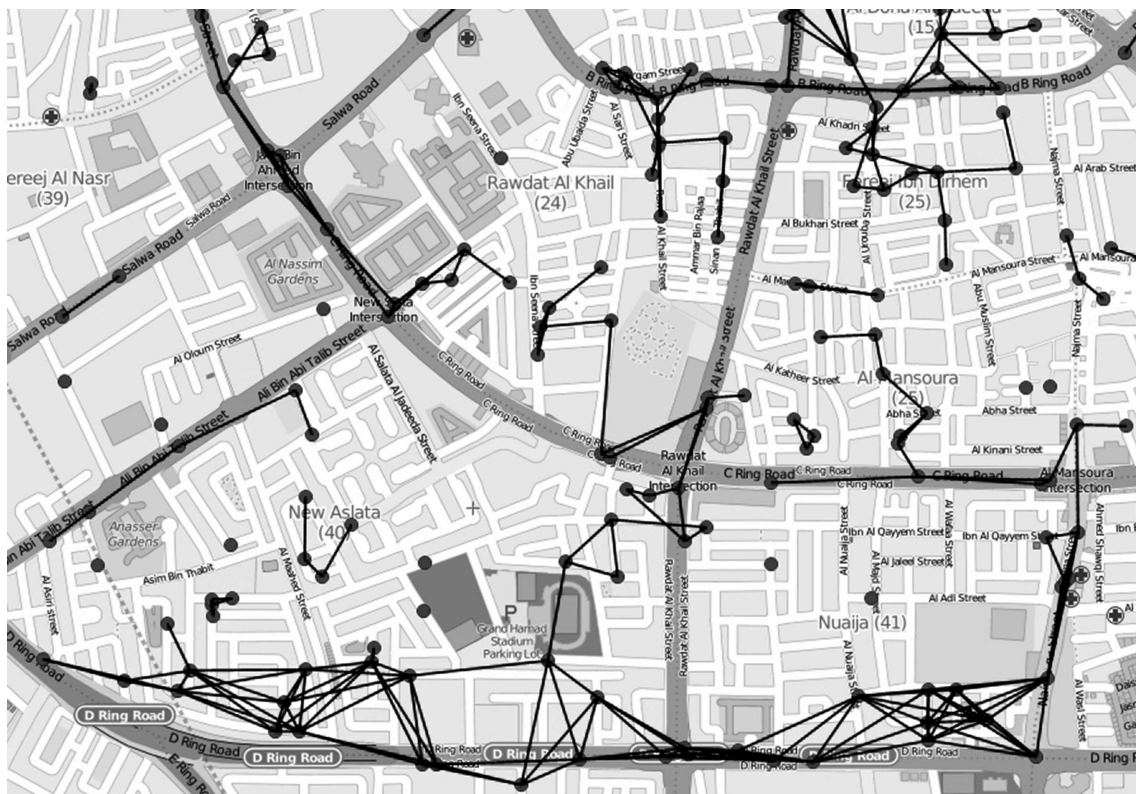


Abbildung 10: Simulierte IEEE 802.11p-Verbindungen zwischen Fahrzeugen im Simulationszenario in Doha

Auf dem Gebiet der Fahrzeug-X-Kommunikation lag der Fokus in diesem Jahr erneut auf dem CellCar-Projekt, welches gemeinsam mit dem Qatar Mobility Innovations Center in Doha, Qatar bearbeitet wird und voraussichtlich mit Ab-

schluss des Jahres 2015 endet. Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer Architektur und zugehöriger Algorithmen für die hybride Fahrzeugkommunikation auf Basis des Standards IEEE 802.11p sowie des zellularen Mobilfunksystems LTE [DRE/MÖL1], [MÖL/DRE1]. Die bereits im vergangenen Jahr entstandenen Referenzszenarien wurden weiter verfeinert und schließlich in Form eines Konferenzbeitrags auf der EuCAP 2015 veröffentlicht [MÖL/BAUM/KÜR1]. Im weiteren Verlauf des Berichtszeitraums wurden unterschiedliche Performance-Studien beider involvierter Funkssysteme mit Hilfe von Link- und System-Level-Simulationen durchgeführt. Hierbei konnten für beide Systeme charakteristische Leistungsgrenzen identifiziert werden, die schließlich zur Ableitung eines Konzepts für dynamische Inter-System-Handover herangezogen werden konnten. In der zweiten Jahreshälfte wurde auf Basis der Resultate unter Verwendung des in der Mobilfunkgruppe entwickelten und breit eingesetzten SiMoNe-Simulators ein integrierter Demonstrator für hybride LTE/IEEE 802.11p Kommunikation entwickelt, siehe **Abbildung 10**.

Personelle Veränderungen

Im ablaufenden Jahr konnten wir die folgenden neuen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter begrüßen, die sich anschließend mit Foto und kurzem Text selbst vorstellen:

Name	Berufsbezeichnung	Einstellungsdatum
Ronja Haase	Institutssekretärin	01.12.2014
Nils Dreyer	wiss. Mitarbeiter	01.01.2015
Florian Jackisch	wiss. Mitarbeiter	01.02.2015
Fabian Schrieber	wiss. Mitarbeiter	15.08.2015
Ziyue Zhao	wiss. Mitarbeiter	15.09.2015
Timo Lohrenz	wiss. Mitarbeiter	01.10.2015
Lucca Richter	wiss. Mitarbeiter	15.10.2015

Nils Dreyer: Ich bin am 7. Oktober 1987 in Hannover geboren und komme aus dem Vorort Wunstorf. Nach dem Abitur am Hölty-Gymnasium im Jahr 2007 absolvierte ich meinen Zivildienst in einem Kinder- und Jugendzentrum. In der beruflichen Entscheidung hin- und hergerissen zwischen der Jugendarbeit, einem Musikstudium oder dem Lehramtsberuf, habe ich mich 2008 für die Elektrotechnik in Braunschweig entschieden. Während des Studiums habe ich 4 Jahre als Hiwi in der Hardwareentwicklung am Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze (IDA) gearbeitet. Mein Pflichtpraktikum absolvierte ich im Forschungsbereich Fahrzeugkommunikation (V2X) bei der Robert Bosch GmbH. Hieran angeschlossen habe ich ein sechsmonatiges Praktikum in der Bosch-Zündkerzenforschung in Indien und meine externe Masterarbeit bei Bosch über die Integration von LTE in die Fahrzeugkommunikation, die mich letztlich zur Tätigkeit am IfN im Bereich der V2X-Kommunikation geführt hat. Neben der Arbeit lese und koche ich sehr gerne, verbringe meinen Urlaub in fremden Kulturen und habe die Liebe zum Klavier nie aufgegeben.



Ronja Haase: Ich wurde am 31. März 1992 in Wittingen geboren. Ortsansässig bin ich in der Nähe von Gifhorn. Mein Abitur absolvierte ich 2011 direkt in Gifhorn am Humboldt-Gymnasium und im selben Jahr fing ich ein Fachhochschulstudium an der Ostfalia in Wolfsburg an. Ein Höhepunkt meines Studiums im Fach Wirtschaftsingenieurwesen war ein fünfmonatiges Praktikum bei der Volkswagen AG. Dort durfte ich im Rahmen meiner Bachelorarbeit im Bereich Controlling tätig sein, was mir sehr viel Spaß machte. Somit habe ich gerne nach meinem Abschluss als Bachelor of Engineering im Dezember 2014 die Stelle am IfN als Assistentin der Geschäftsleitung angenommen. Als Vertretung für Nina Andersen in ihrer Elternzeit bin ich mit einer halben Stelle für das Geschäftszimmer zuständig und kümmere mich um die finanzielle Betreuung der laufenden Projekte. Außerhalb der Arbeit besuche ich gern neue spannende Orte, tanze und zeichne alles ab, was mir an schönen Dingen und Menschen über den Weg läuft.



Florian Jackisch: Geboren wurde ich am 19. Januar 1990 in Halberstadt. Lange wohnte meine Familie dort jedoch nicht und so wuchs ich in der Nähe von Wolfenbüttel auf. 2009 verließ ich das Theodor-Heuss-Gymnasium in Wolfenbüttel mit dem Abitur und begann noch im selben Jahr das Studium der Elektrotechnik in Braunschweig. Mit dem IfN kam ich während meiner Bachelorarbeit bei Daniel Rother in Kontakt und blieb dem Institut auch während meines Masterstudiums treu. Nach einer Zeit als HiWi konnte ich mein Studium 2014 mit einer von Stefan Ilsen betreuten Masterarbeit mit dem Thema „Implementierung von LTE Uplink-Kanälen per Software Defined Radio“ abschließen. Seit Februar bin ich als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Nachrichtentechnik in der Abteilung Elektronische Medien tätig. Dort beschäftige ich mich mit der Entwicklung eines Messgerätes für den Übertragungsstandard DOCSIS 3.1. Außerhalb der Arbeit ist der Ausdauerlauf meine große Leidenschaft.



Timo Lohrenz: In ziemlich genau 1160 Metern Entfernung vom IfN bin ich im Januar 1988 im St. Vinzenz Krankenhaus in Braunschweig geboren. Nach dem Abitur im Jahr 2008 bin ich dem guten Ruf der TU Braunschweig für den Studiengang Elektrotechnik gefolgt. Da ich als Hobbymusiker schon immer eine Audio-Affinität hatte, fertigte ich meine Bachelorarbeit am IfN an. Es folgte ein halbes Jahr Praktikum bei Siemens in der Hörgeräteentwicklung. Zurück in Braunschweig, arbeitete ich während des Masterstudiums noch zwei Jahre als HiWi am IfN und fertigte schließlich meine Masterarbeit über das Konvergenzverhalten in der iterativen Turbo-Spracherkennung an. Seit Oktober 2015 bin ich nun Mitarbeiter in der Abteilung Signalverarbeitung und beschäftige mich mit der automatischen Turbo-Spracherkennung in Sensornetzen. In meiner Freizeit bin ich als Gitarrist viel mit meiner Rock-Combo Bucketlist unterwegs, um die Bühnen dieser Welt zu erobern. Als sportlichen Ausgleich betreibe ich viel Lauf- und Krafttraining und fahre leidenschaftlich gerne Fahrrad.



Lucca Richter: Ich wurde am 24. September 1988 in Braunschweig geboren. Nach dem Abitur an der Neuen Oberschule Braunschweig im Jahr 2008 verbrachte ich ein Jahr im Ausland, bevor ich an der TU Braunschweig das Studium der Elektrotechnik mit dem Schwerpunkt Kommunikationstechnik aufnahm. Während des Bachelorstudiums absolvierte ich ein Praktikum beim Institut für Verkehrssystemtechnik des DLR, wo ich auch als HiWi tätig war. Meine Bachelorarbeit schrieb ich am IfN in der Abteilung Signalverarbeitung. Während des Masterstudiums wurde ich von der Siemens AG Braunschweig im Rahmen eines Stipendiums gefördert und arbeitete dort auch als Werkstudent. Das Studium konnte ich in diesem Jahr mit einer Masterarbeit im Forschungsbereich TOoL+ abschließen und seit dem 15. Oktober 2015 bin ich als Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Elektronische Medien tätig. Nach der Arbeit spiele ich regelmäßig Badminton oder verfolge American Football. Zu Hause koche ich gern und plane die nächste Reise rund um den Globus.



Fabian Schrieber: Geboren wurde ich am 5. Dezember 1988 im nicht weit entfernten Hildesheim, wo ich das Gymnasium Andreanum 2008 mit dem Abitur verließ. Im Anschluss war ich als Zivildienstleistender bei den proWerkstätten Himmelsthür tätig. Ende 2009 zog ich nach Braunschweig, um das Studium der Elektrotechnik an der hiesigen TU aufzunehmen. Meine Bachelorarbeit über Man-Made Noise im VHF-Band schrieb ich 2012 bei Jan Zöllner am IfN. Im folgenden Masterstudium blieb ich dem Institut mit der Vertiefung in Kommunikationstechnik, der Betreuung des Praktikums für Nachrichtentechnik, als HiWi im Bereich TOoL+ und durch ein Praktikum beim Projektpartner Sony in Stuttgart verbunden. Den Abschluss des Studiums habe ich 2015 durch die Masterarbeit zum Feldversuch zu Redundancy on Demand (RoD) am IfN erreicht. In der ersten Zeit nach der Anstellung als WiMi habe ich weiter an RoD geforscht. Aktuell bearbeite ich ein DAB+-Projekt. In meiner Freizeit betätige ich mich gerne sportlich in Form von Badminton, Joggen oder Fahrradfahren und seit kurzem auch regelmäßig auf dem Kunstrasenplatz beim Fußball mit Kollegen.



Ziyue Zhao: I was born on 5th August 1990 in Xi'an, China. From September 2008, I studied at Xidian University with the major of Electronic Information Engineering and received the Bachelor's degree of Engineering in July 2012. After that, I studied as a Master student at Xidian University from September 2012 and my major is Electronic and Communication Engineering. I got the Master's degree of Engineering in January 2015. On 14th September 2015, I joined the Department of Signal Processing of IfN, TU Braunschweig, to pursue a PhD degree with a scholarship from the China Scholarship Council. My research topic is in the field of speech and audio coding. In my leisure time, I like swimming, playing tennis and traveling.



Wir bedanken uns bei den folgenden Mitarbeitern, die uns im Berichtszeitraum verlassen haben, für die gute Zusammenarbeit und wünschen ihnen für den weiteren Lebensweg alles Gute:

Name	Berufsbezeichnung	Beschäftigungszeitraum
Klaus-Peter Moullion	Feinmechaniker	01.04.1966 – 31.12.2014
Junge Qi	wiss. Mitarbeiter	01.01.2010 – 31.12.2014
Patrick Bauer	wiss. Mitarbeiter	01.01.2008 – 31.01.2015
Daniel Fecker	wiss. Mitarbeiter	01.01.2009 – 31.01.2015
Dr. Volker Märgner	Akademischer Direktor	01.04.1977 – 31.03.2015
Marcos Liso Nicolás	wiss. Mitarbeiter	01.08.2009 – 31.03.2015
Thomas Esser	Feinmechaniker	01.08.2011 – 30.04.2015
Peter Neumann	wiss. Mitarbeiter	15.01.2010 – 31.05.2015
Hendrik Hoffmann	wiss. Mitarbeiter	15.04.2013 – 31.05.2015
Piotr Palka	wiss. Mitarbeiter	15.02.2011 – 31.07.2015
Jan Zöllner	wiss. Mitarbeiter	01.06.2010 – 31.10.2015

Jubiläen und persönliche Ereignisse

Name	Datum	Anlass
Prof. Thomas Kürner	15.12.2014	50. Geburtstag
Jutta Nottbohm	19.05.2015	60. Geburtstag

Braunschweiger Bürgerpreis für Florian Jackisch, M.Sc.

Die Stiftung „Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen“ wurde 1996 von einer der TU Braunschweig eng verbundenen Braunschweiger Bürgerin ins Leben gerufen. Zweck der Stiftung ist die Förderung besonders begabter Studierender der TU Braunschweig. Ihnen wird der Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen (zum Beispiel exzellente schriftliche Ausarbeitungen auf hohem wissenschaftlichem Niveau) oder auch für besondere mit herausragendem Engagement und Ideenreichtum betriebene Aktivitäten verliehen. Die Preisverleihung findet stets am 6. Dezember statt.



Die Preisträgerinnen und Preisträger des Braunschweiger Bürgerpreises 2014

**(Vierter von rechts: Florian Jackisch, rechts daneben Prof. Dr. Jürgen Hesselbach,
Jutta Sonnenberg, Prof. Dr. Dietmar Brandes)**

Einer der sechs Preisträger des Jahres 2014 war unser Wissenschaftlicher Mitarbeiter Florian Jackisch, M.Sc., den Professor Reimers in Anbetracht seiner herausragenden Leistungen im Studium und seines ehrenamtlichen Engagements, z.B. als Marathon-Trainer im Hochschulsport, für den Bürgerpreis nominiert hatte. Seit dem 1. Februar ist Herr Jackisch nun am IfN tätig. Er forscht auf dem Gebiet der schnellen Datenübertragung über (Fernseh-)Kabelnetze.

Herr Jackisch reiht sich in eine Phalanx von Preisträgern ein, die derzeit im IfN tätig sind: Dipl.-Ing. Simon Walz (Preisträger 2011) und Stefan Ilse, M.Sc. (Preisträger 2012).

Ulrich Reimers

Walter-Kertz-Studienpreis 2015 für Fabian Schrieber, M.Sc.

In Erinnerung an den verstorbenen Gründer des Instituts für Geophysik und extraterrestrische Physik, Prof. Walter Kertz, stiftete das Ehepaar Kögler den Walter-Kertz-Studienpreis, der erstmalig 2008 verliehen werden konnte. Der Preis wird jährlich im Rahmen der AbsolventInnenfeier der Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik an zwei Studiengangs-AbsolventInnen und eine Doktorandin bzw. einen Doktoranden vergeben.

Für die beste Masterarbeit der letzten 12 Monate wurde am 30. Oktober 2015 unser Mitarbeiter Fabian Schrieber, M.Sc., geehrt. Die preisgekrönte Arbeit trägt den Titel „Redundancy on Demand Feldversuch“ und wurde mit der Note „Sehr Gut“ bewertet. Nähere Informationen zu „Redundancy on Demand (RoD)“ finden sich im Forschungsbericht auf Seite 47.

Herr Schrieber konnte das Masterstudium Elektrotechnik im Sommer 2015 mit der Traumnote 1,0 abschließen. Seit dem 1. August 2015 ist er nun Mitarbeiter des IfN. Seine anfängliche Aufgabe war es, das System RoD echtzeitfähig zu machen. Das gelang ihm bereits nach wenigen Wochen und RoD ist damit nun auch für einen „Wirkbetrieb“ einsatzfähig. Muss man Herrn Schrieber nun für einen „Streber“ halten? Ganz im Gegenteil. Er ist ein fröhlicher Mensch, der in seiner Freizeit Badminton spielt und beim IfN-Fußball mitwirkt.

Herzlichen Glückwunsch, lieber Herr Schrieber.

Ulrich Reimers



**Der Preisträger umrahmt vom Fakultätsdekan
Prof. Brenig und Prof. Reimers (links)**

Das IfN ist „Ausgezeichneter Ort 2015“

„Deutschland – Land der Ideen“ ist eine gemeinsame Standortinitiative von Politik und Wirtschaft. Sie wurde 2005 von der Bundesregierung und dem Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) mit dem Ziel gegründet, Deutschland mit seiner Innovationskraft und kreativen Ausstrahlung nach innen wie nach außen sichtbar und identifizierbar zu machen. In Kooperation mit der Deutschen Bank realisiert die Initiative den Wettbewerb „365 Orte im Land der Ideen“, dessen Preisträger dann „Ausgezeichneter Ort“ werden. Das IfN-Projekt „TOoL+ - Neue Datenautobahn für den Mobilfunk“ erhielt diese Auszeichnung. Sie wurde uns im Rahmen der TU Night am 27. Juni übergeben. Der Forschungsbericht der Abteilung für Elektronische Medien erläutert, was sich hinter dem Begriff „Tower Overlay over LTE-A+ (TOoL+)“ verbirgt.

Ulrich Reimers



Die vom Bundespräsidenten unterzeichnete Verleihungsurkunde

Das IfN auf der NGMN Industry Conference & Exhibition 2015

Die NGMN-(Next Generation Mobile Networks-)Allianz, die im Jahr 2006 gegründet wurde, um die Anforderungen der Mobilfunknetzbetreiber an zukünftige Mobilfunksysteme zu definieren, hat Anfang des Jahres ein neues Whitepaper veröffentlicht. Darin definieren die Netzbetreiber ihre Anforderungen und Nutzungsszenarien für die 5. Mobilfunkgeneration. Die NGMN Industry Conference & Exhibition vom 24.-25. März 2015 stand folglich ganz im Zeichen von 5G. Neben den Netzbetreibern präsentierten vor allem Hersteller von Netzkomponenten ihre Vorstellungen und Ideen für die nächste Generation. Das IfN präsentierte zusammen mit der Universität Stuttgart und dem Fraunhofer-Institut für angewandte Festkörperphysik einen der 16 Ausstellungsstände und präsentierte den im Rahmen von TERAPAN entwickelten Demonstrator. Zusätzlich stellte Prof. Kürner im Plenum den Demonstrator mit einem Vortrag vor.



**Das Team des IfN und der Universität Stuttgart
am Messestand**

Durch die hohen Freiraum-Dämpfungen bei hohen Trägerfrequenzen sind Antennen mit einer hohen Richtwirkung erforderlich. Mit dem Demonstrator wurde erstmals eine Übertragung von 12 Gbit/s bei 300 GHz mit mechanischem „Beam-steering“ und einfachen Ausrichtungsalgorithmen durchgeführt. Darüber hinaus

wurde konzeptionell dargestellt, wie das Umschalten zwischen mehreren Übertragungspfaden funktionieren kann.

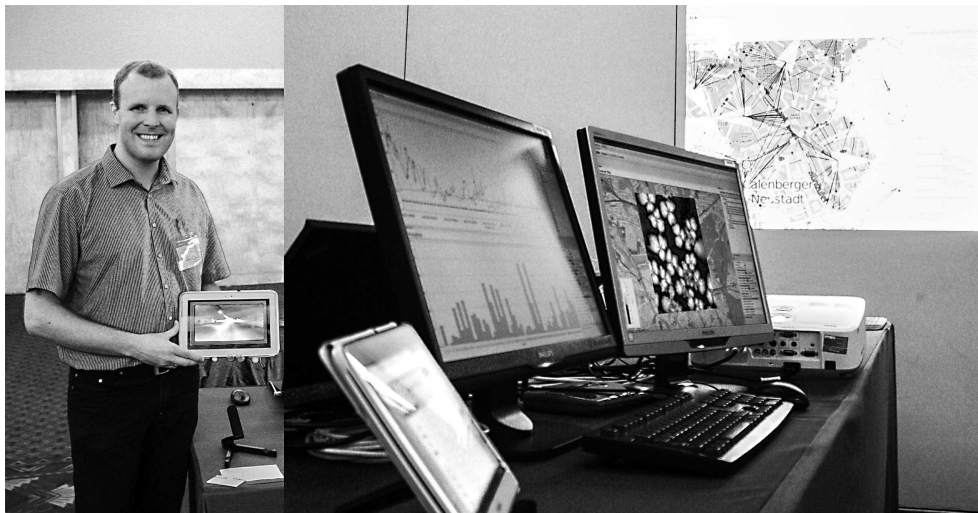
Im nächsten Jahr soll die mechanische Ausrichtung des Demonstrators durch eine vollständig elektronische ersetzt und die Datenrate mit der nächsten Generation von 300 GHz Sende- und Empfangsmodulen auf bis zu 100 Gbit/s gesteigert werden.

Sebastian Rey

„SiMoNe“ (Simulator for Mobile Networks) bei der JNCW 2015 (Barcelona)

Auf dem „Joint NEWCOM#/COST Workshop on Wireless Communications (JNCW)“ in Barcelona stellte das Institut für Nachrichtentechnik, vertreten durch die Herren Hahn und Rose, im Oktober die Simulationsplattform „SiMoNe“ mit verschiedenen Live-Demonstrationen vor. Das Augenmerk der Besucher fiel hierbei auf die neu entwickelte ansprechende Visualisierung der ebenso realistischen wie komplexen Simulationsszenarien, die in Echtzeit simuliert und demonstriert werden können. Über die intuitive Darstellung der Übertragungsqualität eines Videostreams, der an ein verbundenes Smartphone oder Tablet übertragen wird, konnten viele Besucher in diese realistische Mobilfunknetzsimulation eintauchen und die Effekte verschiedener Netzoptimierungsalgorithmen erleben.

Dennis M. Rose



**Herr Rose bei der Vorstellung des Simulators
for Mobile Networks „SiMoNe“**

Tower Overlay over LTE-A+ (TOoL+): Feldversuche in Frankreich und Italien

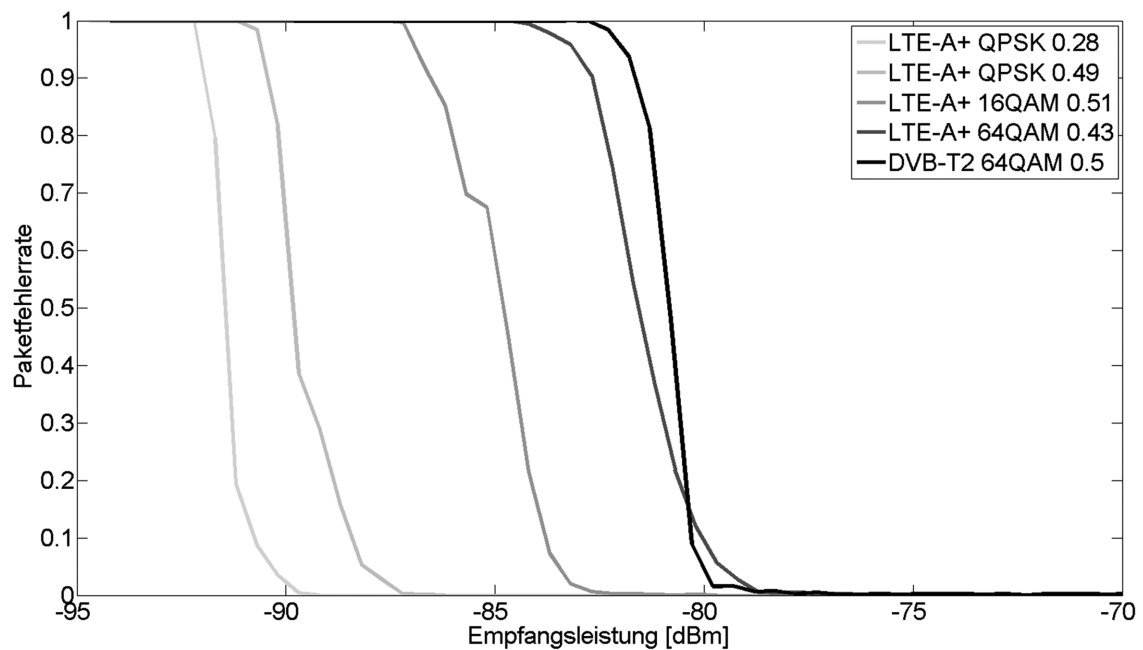
Mit dem „Tower Overlay over LTE-A+“ (TOoL+) wurde am Institut für Nachrichtentechnik (IfN) ein System entwickelt, das darauf abzielt, Mobilfunknetze durch Einbindung von Senderstrukturen, wie sie aus dem Broadcast bekannt sind, zu entlasten und gleichzeitig die Betriebskosten zu reduzieren. Ein Demonstrator dieses Konzeptes wurde bereits erfolgreich auf mehreren Rundfunkmessen vorgestellt. Im Rahmen von Kooperationsprojekten mit den Firmen GatesAir, TDF und Rai hat ein Team des IfN, bestehend aus Stefan Ilse, Frieder Juretzek und Daniel Rother, den bestehenden TOoL+-Demonstrator weiterentwickelt und TOoL+ erstmals unter realen Bedingungen im Rahmen zweier Feldversuche erprobt. Einer der Feldversuche fand im Zentrum von Paris statt, wo der Eiffelturm als Sender-Standort genutzt werden konnte. Während der Messfahrten in Paris wurden Rohdaten über eine Dauer von etwa 18 Stunden aufgezeichnet. Die anschließende Auswertung der Daten diente primär der Beantwortung zweier Fragestellungen: „Wie ist die Performance von TOoL+-Übertragungen im urbanen Umfeld und welche Netzabdeckung ergibt sich daraus?“ Die umseitige Abbildung zeigt ein wichtiges Ergebnis. Wählt man den Modus der in TOoL+ eingebetteten LTE-A+-Komponente (hier: 64 QAM, Coderate 0,43) so, dass er dem DVB-T2-Modus (64 QAM, Coderate 0,5) ähnelt, benötigen beide praktisch identische Empfangsleistungen für dieselbe Paketfehlerrate.

Gleichzeitig wurde im Aosta-Tal in den italienischen Alpen ein zweiter Feldversuch gestartet. Die Alpen stellen aufgrund der vielen (Seiten-)Täler eine besondere Herausforderung für terrestrische Übertragungssysteme dar. Um in der Stadt Aosta eine gute Abdeckung gewährleisten zu können, werden zwei Sender in einer Single-Frequency-Network-(SFN-)Konfiguration verwendet. Die lokale Autobahn erlaubte Mobilmessungen mit Geschwindigkeiten von bis zu 100 km/h. Anfang 2016 soll das Feldversuchsgebiet um zwei zusätzliche Sender erweitert werden, um eine Abdeckung im gesamten Tal erreichen zu können und das Messgebiet zu erweitern.

Für die Auswertung wurde ein mobiler TOoL+-Messempfänger entwickelt. Dieser basiert auf dem Software Defined Radio (SDR)-Ansatz, d.h. die gesamte Signalverarbeitung ist in Software implementiert. Der Mobilempfänger kann unterschiedliche Messgrößen aus dem Datenstrom ermitteln, z. B. die Bit- und Paketfehlerrate, das Signal-Rausch-Verhältnis, die Kanalimpulsantwort, die Übertragungsfunktion u.v.m. Diese Messgrößen können mit Hilfe von Daten aus Google Earth auf den Empfangsort bezogen und so visualisiert werden. Eine Echtzeit-Decodierung der empfangenen Signale ist zwar möglich, bei beiden Feldversuchen wurden die empfangenen Daten aber dennoch zunächst auf einer externen Festplatte gespeichert und anschließend offline ausgewertet. Dies

bietet z.B. den Vorteil, dass verschiedene Decodier-Strategien basierend auf denselben Messdaten miteinander verglichen und evaluiert werden können, ohne dass erneute Messungen notwendig werden.

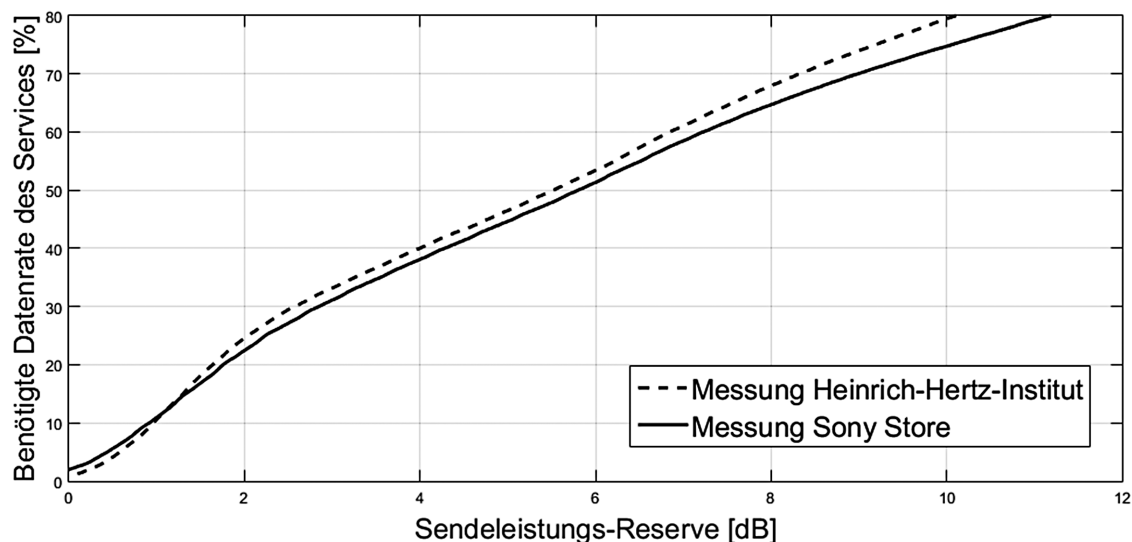
Stefan Ilse
Daniel Rother



Ein Ergebnis des Feldversuchs in Paris: Paketfehlerraten diverser LTE-A+-Varianten im Vergleich zu denen bei DVB-T2 (ganz rechts)

Redundancy on Demand (RoD): Der Feldversuch in Berlin

Das System „Redundancy on Demand“ (RoD), das am Institut für Nachrichtentechnik (IfN) entwickelt wurde, ist eine Erweiterung für terrestrische Broadcastsysteme. Es hat das Ziel, fehlerfreien Empfang auch unter widrigen Empfangsbedingungen durch Abrufen von Hilfsdaten über das Internet zu gewährleisten (siehe Forschungsbericht Seite 47). Im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit der Media Broadcast GmbH wurde Anfang März ein RoD-Feldversuch im DVB-T2-Pilotnetz im Zentrum Berlins durchgeführt. Ziel des Feldversuchs war es, RoD in Verbindung mit DVB-T2 erstmals unter realen Bedingungen zu erproben. Auf Basis eines vom IfN entwickelten RoD-Demonstrators wurde das System für den Einsatz im DVB-T2-Versuchsnetz erweitert. Dazu wurde unter anderem ein Server an den DVB-T2-Datenstrom sowie an das Internet angebunden, um die RoD-Daten für die RoD-Empfänger bereitstellen zu können.



Ein Ergebnis des Feldversuchs: Aufgetragen ist der Datenraten-Anteil eines einzelnen TV-Programms, der mittels RoD bereitgestellt wird, und die daraus resultierende Sendeleistungs-Reserve. Schon 30% RoD-Datenrate bringen 3 dB Gewinn

Um sowohl verschiedene RoD-Empfänger-Architekturen als auch unterschiedliche RoD-Algorithmen zur Schätzung der benötigten RoD-Datenmenge analysieren zu können, wurden die Empfangsdaten des DVB-T2-Signals mit den zugehörigen RoD-Daten aufgezeichnet. Die Daten wurden an verschiedenen Messstandorten aufgenommen, unter anderem im Sony Store am Friedrichsplatz und im Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut am Einsteinufer. Zusätzlich wurden Daten auch während einer zweistündigen Messfahrt durch die Innenstadt Berlins aufgenommen.

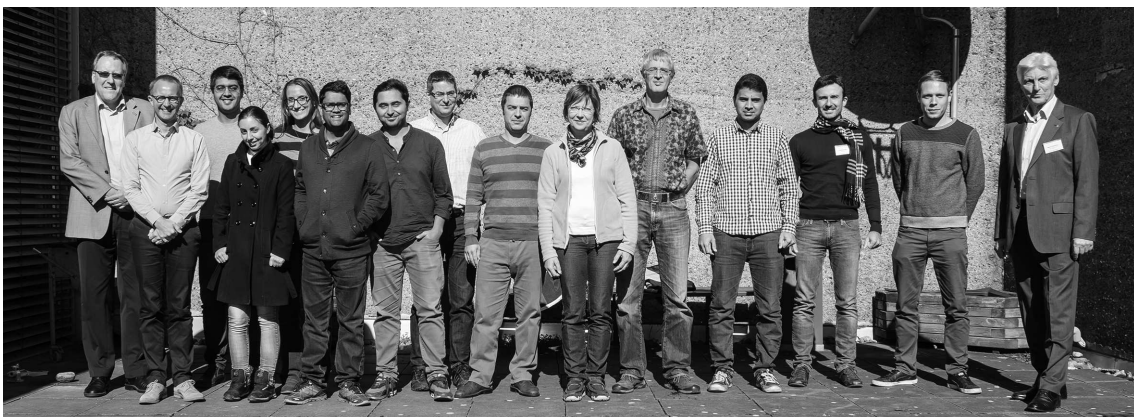
Im Rahmen einer Masterarbeit [MA 15/007] wurde ein RoD-Messem Empfänger entwickelt, um die Aufzeichnungen auswerten zu können. Dabei konnten die RoD-Algorithmen zur Schätzung verbessert werden und die RoD-Datenrate, die benötigt wird, um das DVB-T2-Signal erfolgreich decodieren zu können, weiter gesenkt werden. Das IfN bedankt sich bei der Media Broadcast GmbH für die erfolgreiche Kooperation und bei Sony und dem Heinrich-Hertz-Institut für die Bereitstellung der Mess-Orte.

Fabian Schrieber
Jan Zöllner

ESoA-Kurs zu „Large Scale Propagation“

Im Rahmen der European School of Antennas (ESoA) fand am IfN vom 28. September bis 2. Oktober 2015 ein Kurs zum Thema „Large Scale Propagation“ statt. Der Kurs, der sich primär an Doktoranden richtete, aber auch für Teilnehmer aus der Industrie offen war, wurde von Prof. Kürner organisiert. Weitere Dozenten waren Prof. Fuschini (Università di Bologna/Italien), Prof. Oestges (Université Catholique de Louvain/Belgien) und Prof. Wiesbeck (Karlsruher Institut für Technologie). Ergänzt wurden die Vorlesungen durch Rechnerübungen und eine Experimentalübung, die durch die IfN-Mitarbeiter Dennis Rose und Andreas Möller durchgeführt wurden. Die insgesamt 12 Teilnehmerinnen und Teilnehmer kamen aus 10 verschiedenen europäischen Ländern. Durch eine abschließende Klausur konnten die Doktoranden unter den Teilnehmern Leistungspunkte für ihr jeweiliges Doktoranden-Programm erwerben.

Thomas Kürner



Teilnehmerinnen und Teilnehmer und Dozenten des ESoA-Kurses on Large Scale Propagation auf der Dachterrasse des Instituts

Sommerschule für tunesische Studierende am IfN

Unser vom DAAD gefördertes Kooperationsprojekt zwischen der Technischen Universität Braunschweig und der Universität Tunis El Manar befindet sich nunmehr im dritten und letzten Jahr der Förderung. Thema dieses Projektes ist der Aufbau eines Universitätsnetzwerkes und die Entwicklung eines neuen Masterstudienganges Informationssystemtechnik (IST) an der Universität Tunis El Manar. Auf tunesischer Seite ist der Projektverantwortliche Prof. Amiri, vor vielen Jahren Mitarbeiter am IfN, auf deutscher Seite ist Dr. Märgner verantwortlich für dieses Projekt. Nachdem in der Vergangenheit auf Workshops in Tunesien und in Deutschland und in vielen lokalen Treffen das Netzwerk tunesischer Hochschulen aufgebaut und alle Voraussetzungen zur Genehmigung des neuen Masterstudienganges IST erarbeitet wurden, ist der Antrag im Ministerium in Tunis eingereicht und erfreulicher Weise im August 2015 auch genehmigt worden. Eine sehr große Zahl Studierender hat sich für den Studiengang beworben. In einem Auswahlverfahren konnten schließlich 30 Studierende für das Studium zugelassen werden.



**Teilnehmerinnen und Teilnehmer und einige der Organisatoren
der Sommerschule in Braunschweig**

Als besonderes Ereignis ermöglichte der DAAD 20 Studierenden und 9 Dozenten dieses neuen Studienganges vom 20.09.–02.10.2015 die Teilnahme an einer Sommerschule am Institut für Nachrichtentechnik. Hier hatten die Studierenden und die Dozenten die Gelegenheit, an verschiedenen Vorlesungen teilzunehmen und sich an der Bearbeitung praktischer Aufgaben zu beteiligen. Seitens der Technischen Universität Braunschweig waren mit Beiträgen beteiligt: Dr. Bziuk vom Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze, Dr. Thiede und Herr Neef vom Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Prof. Wolf und Dr. Büsching vom Institut für Betriebssysteme und Rechnerverbund, Prof. Berekovic von der Abteilung Technische Informatik, Entwurf integrierter Systeme und Prof. Kürner sowie Prof. Reimers vom IfN.

Neben dem Besuch der Vorlesungen und Übungen bestand Gelegenheit, die Stadt zu erkunden oder auch am Wochenende in die weitere Umgebung, z.B. nach Berlin oder Hamburg, zu fahren. Als Gemeinschaftsereignis wurde ein Grillabend organisiert, zu dem die tunesischen Gäste mit Lammfleisch und süßem Gebäck einen wesentlichen Teil beitrugen. Bei Gegrilltem, Gebäck und Gesprächen kamen sich die tunesischen Gäste und die deutschen Studierenden und Dozenten in lockerer Atmosphäre näher.



Der tunesisch/deutsche Grillabend

Die Sommerschule war einerseits ein wichtiges Ereignis zum Abschluss des DAAD-Projektes, andererseits aber auch der Beginn einer engeren Zusammenarbeit mit der Universität Tunis in diesem neuen Studiengang, denn im Wintersemester 2015/16 werden Lehrende aus Braunschweig in Tunis in Blockkursen

unterrichten, und für das Sommersemester 2016 werden Studierende aus Tunis zur Durchführung ihrer Masterarbeiten für sechs Monate in Braunschweig an verschiedenen Instituten arbeiten. Die Aufenthalte der Studierenden werden über ein Erasmus+-Projekt gefördert.

Volker Märgner



Beim Gegenbesuch in Tunis: Prof. Amiri und Prof. Reimers trafen den Minister für das Hochschulwesen (vierter von rechts)

Forschungspraktikum im IBM Thomas J. Watson Research Center

Da saß ich nun mit 14 anderen aufgeregten Praktikanten in diesem großen Seminarraum und wartete mit noch etwas Jetlag in den Knochen auf den Beginn der Einführungsveranstaltung. Vor mir lagen vier Monate Forschungspraktikum in der IBM Watson Multimedia Group in Yorktown Heights, New York. „Vor drei Tagen war ich noch am IfN“, dachte ich, „gut, nun also New York“. Doch wie war ich hierher gelangt?

Im Mai 2014 wurde ich auf der ICASSP-Konferenz (International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing) in Florenz bei der Präsentation unseres Beitrags zur Turbo-Spracherkennung von einem netten Herren mittleren Alters angesprochen. Wie sich herausstellte, war er der Leiter der IBM Watson Multimedia Group und sehr interessiert an unseren audio-visuellen Ansätzen zur Spracherkennung. Nach langen Diskussionen schlug er vor, doch in Kontakt zu bleiben und fragte mich abschließend, ob ich mir nicht vorstellen könne, vielleicht einmal im Sommer ein Praktikum bei IBM zu machen. Bei näherer Überlegung konnte ich mir ein derartiges Praktikum durchaus gut vorstellen. Und zu meiner Freude wurde ich in diesem Bestreben von Prof. Fingscheidt als Leiter der Abteilung Signalverarbeitung bestärkt.

„Nun also New York“, dachte ich und war sehr gespannt auf die vielen neuen Eindrücke und Erlebnisse der nahen Zukunft. Und es sollten viele folgen. Die vier Monate Praktikumszeit gingen dann sehr schnell ins Land. Nach einer kurzen Eingewöhnungszeit wurde ich in meiner Arbeitsgruppe voll in die aktuellen Arbeiten im Bereich der visuellen Szenenanalyse eingebunden. Die Arbeitsatmosphäre war sehr fruchtbar und entspannt, und meine mir zugeordneten Mentoren wie auch alle anderen Kollegen waren sehr interessiert und standen jederzeit mit Rat und Tat zur Seite. So ergaben sich viele interessante Gespräche und Diskussionen über sehr unterschiedliche Problemstellungen, auch außerhalb meiner eigentlichen Aufgabenstellung als Praktikant. Für Studenten in Amerika – sei es Bachelor, Master, als auch solche auf Doktoranden-Level – ist ein Praktikum in den Sommerferien allgemein sehr üblich, wenn nicht gar manchmal sogar Pflicht. So hatte ich meinen Schreibtisch in einem Großraumbüro mit vier anderen Praktikanten unterschiedlicher Studiengrade und Nationalitäten; die Mischung war dabei kunterbunt: Kyle aus den USA, Myung-ha aus China, Marcelo aus Brasilien und Colin aus Australien ... und ich sollte noch viele mehr aus allen Teilen der Erde kennenlernen. Unter der Woche wurde mindestens einmal ein soziales Event seitens IBM veranstaltet, und auch am Wochenende verbrachte ich viel Zeit mit meinen neuen Kollegen, die sich sichtlich Mühe gaben, mir die amerikanische Kultur näher zu bringen. So lernte ich zum Beispiel, dass Hot-Dog-Wettessen in der Tat ein sehr seriöser Sport ist, oder

wie man am schnellsten beim Walmart-Bingo gewinnt. Aber auch fachlich lernte ich sehr viel Neues hinzu und habe viele interessante Gespräche führen können. Unterm Strich kann ich damit eine sehr positive Bilanz meines Forschungsaufenthaltes bei IBM ziehen, bedanke mich herzlich bei Prof. Fingscheidt für die mir entgegengebrachte Unterstützung in diesem Unterfangen, danke den Kollegen Abel und Meyer für die Vertretung in Lehrangelegenheiten und empfehle jedem, der die Chance dazu hat, auch einmal den Blick über den Tellerrand zu wagen: In meinen Augen ist es eine großartige Erfahrung.

Bei der Abschlussveranstaltung fragte ich dann einen anderen deutschen Praktikanten, was er denn so mitnehme aus seiner IBM-Zeit. „10 Kilo“ war seine trockene Bilanz.

Simon Receveur



**Gruppenbild der Watson Multimedia Arbeitsgruppe
(fünfter von rechts: der Autor)**

Einladung zum Vortrag am Collège de France

Herrn Antonio Kolossa wurde die Ehre zuteil, für den 10. September zu einem Vortrag auf der Tagung *Probabilistic Inference and the Brain* des europäischen Human Brain Projects eingeladen zu werden. Dies ist auch deshalb bemerkenswert, weil das Collège de France die renommierteste Forschungseinrichtung Frankreichs ist und die Einladung die kompletten Reiseaufwendungen umfasste.

Die Tagung wurde maßgeblich von Prof. Stanislas Deheane, Collège de France, dem Leiter des Subprojekts *Cognitive Architectures*, und Prof. Alain Destexhe, Centre National de la Recherche Scientifique, Co-Leiter des Subprojekts *Theoretical Neuroscience*, organisiert. Ziel der Tagung war es, Wissenschaftler zusammenzubringen, deren Forschungsthema die Fähigkeit des Gehirns ist, statistische Schlussfolgerungen zu ziehen. Zu dieser zweitägigen Tagung im Collège de France im Herzen von Paris wurden lediglich 12 Sprecher eingeladen und Herr Kolossa freute sich sehr über die Möglichkeit, beim gemeinsamen Abendessen mit den anderen Vortragenden ins Gespräch zu kommen.



Das Collège de France in Paris

Die Forschungsarbeiten des Instituts für Nachrichtentechnik und der Medizinischen Hochschule Hannover zum Bayesianischen Gehirn wurden auf dieser Tagung als Schlüsselexperimente anerkannt. Auch die Professoren Tim Fingscheidt und Bruno Kopp nahmen an dieser Tagung teil, um diesen Meilenstein der wissenschaftlichen Anerkennung des gemeinsamen Projektes zu würdigen.

Der Vortrag über die Forschungsarbeiten zum Bayesianischen Gehirn am IfN und der MHH stieß auf reges Interesse und war Basis für eine anschließende angeregte Diskussion mit Prof. Deheane und Prof. Karl Friston, University College London.

Kurze Zeit nach der Rückkehr aus Paris freute sich Herr Kolossa über eine weitere Einladung zu einem Vortrag auf einer internationalen neurowissenschaftlichen Tagung am Hanse-Wissenschaftskolleg (HWK).

Antonio Kolossa

Im (Un)Ruhestand: Der Akademische Direktor Dr.-Ing. Volker Märgner

Irgendwie gehörte er immer schon dazu. Nach Abschluss seiner Diplomarbeit auf dem Feld der Sprachcodierung im Herbst 1974 war Volker Märgner einige Zeit als Wissenschaftliche Hilfskraft am IfN tätig, um anschließend dem Institut per Graduiertenstipendium erhalten zu bleiben. Bereits im Jahresbericht 1977 taucht er dann in dem von Prof. Paulus geleiteten Forschungsteam „Digitale Bildverarbeitung“ als Bearbeiter eines DFG-Projektes auf, in dem es um die „Wiedergabe von Bildabschnitten durch Stereotypen aus einem begrenzten Mustervorrat“ ging. Zusammen mit ihm forschten der leider viel zu früh verstorbene Dr. Piero Zamperoni und unser Freund und Kollege Prof. Hamid Amiri (Tunis) an der Optimierung zweipegeliger Bilder. Im Jahr 1983 wurde Herr Märgner mit der Dissertation: „Untersuchung zur Irrelevanzreduktion bei der Blockcodierung von Binärbildern“ zum Dr.-Ing. promoviert. Im selben Jahr übernahm er die Stelle eines Akademischen Rates und nun war es allen Zeitgenossen klar: Dr. Märgner würde dem IfN erhalten bleiben. Und siehe da: Er machte im Institut Karriere – über den Akademischen Oberrat zum Akademischen Direktor. Viele Jahre war Dr. Märgner Mitglied des Geschäftsführungskreises, der sogenannten „Postbesprechungsrunde“ und übernahm zahlreiche Instituts-interne Aufgaben, z. B. als Koordinator der Jahresberichte. Ganz besonders aktiv war er in der Lehre. Beispielsweise listet der Jahresbericht 2014 die von ihm angebotenen Veranstaltungen „Grundlagen der Bildverarbeitung“ und „Grundlagen der Mustererkennung“ mit jeweils begleitender Rechnerübung.

Dr. Märgners Forschungstätigkeit war lange Jahre sehr breit angelegt, was durchaus auch in den vielen Anwendungsgebieten der Mustererkennung begründet liegt. Nach ersten Schritten in der automatischen Spracherkennung arbeitete er vornehmlich in der Mustererkennung auf Basis von Bildern und Videosequenzen. In den letzten 20 Jahren gehörten dazu die Erkennung von Fahrzeugen, die Bewertung der Leistungsfähigkeit von Dokumentanalysesystemen, die Crashtest-Analyse auf Basis codierter Bildsequenzen sowie deutlich später auch die Qualitätskontrolle von Fahrzeuginstrumentierungen. Arbeiten zur Qualitätssicherung in Produktionsprozessen wurden u. a. mit dem Wilhelm-Klauditz-Institut für Holzforschung (WKI) in Braunschweig zur Auswertung von Thermografiekamera-Bildern von verleimten Hölzern (Leimholz) durchgeführt. Die Verwendung einer Thermografiekamera entwickelte sich gewissermaßen zu einem Universal-Konzept, so dass die entwickelten Ansätze nachfolgend auch erfolgreich in Anwendungen der Ernährungsindustrie (Kirschen in Schokolade, Steine zwischen Nüssen), bis hin zur Kunst (Wasserzeichen in Rembrandt-Ölgemälden) verwandt werden konnten. In einem Förderprojekt zur Online-Qualitätskontrolle beim Laserstrahlhartlöten erschloss sich ein weiteres pro-

duktionstechnisches Anwendungsfeld der Mustererkennung (u. a. auch in Verbindung mit der Thermografie).

Eine Suche bei Google Scholar aber zeigt: Dr. Märgners erfolgreichstes Forschungsgebiet war die (arabische) Handschrifterkennung: Unter seinen 20 meistzitierten Publikationen finden sich alleine 18 aus diesem Gebiet. Schon Ende der 1990er und Anfang der 2000er Jahre hat Dr. Märgner die Arbeiten der Abteilung zur Handschrifterkennung mit begleitet (zu nennen wären maßgeblich die Herren Bippus und Pechwitz) – wenngleich zunächst eher am Rande. Eine 1999 gestartete Kooperation mit Prof. Dr.- Ing. Hamid Amiri von der École nationale d'ingénieurs de Tunis (ENIT) nahm das Thema der arabischen Handschrifterkennung dann wieder auf und Dr. Märgner entdeckte sein Forschungsthema für die nächsten 15 Jahre. Bereits 2001 wurde in Tunesien die vielfach nachgefragte IFN/ENIT-Datenbank mit tunesischen Städtenamen (das Paper dazu mit 298 Google Scholar Zitationen!) aufgelegt und publiziert. Es schlossen sich viele Jahre fruchtbaren Austausches unzähliger Studierender an sowie verschiedene begleitende Projekte des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD). Das gemeinsam mit Prof. Fingscheidt bei der DFG beantragte HADARA-Projekt zur Erkennung arabischer historischer Handschrift, durchgeführt in den Jahren 2010 bis 2015 mit Partnern aus Israel und Palästina, darf dann als ein gewisser Höhepunkt der wissenschaftlichen Tätigkeit von Dr. Märgner gesehen werden (siehe auch Rückblick dazu im Forschungsbericht auf Seite 63).

Nach einem Extrajahr der Berufstätigkeit kam dann im Frühjahr 2015, was kommen musste: die Pensionierung von Dr. Märgner. Zur Abschiedsfeier am 11.04.2015 lud er unter dem vielsagenden Titel „Ich bin dann mal weg“ ein, der einen geruhsamen längeren Pilgerweg assoziiert. Nichts von alldem: Im Jahr 2015 verblieb Dr. Märgner trotz Pensionierung weiterhin aktiv und organisierte – unterstützt von Frau Erichsen-Rua – im Rahmen der noch laufenden DAAD-Kooperation eine Sommerschule mit den tunesischen Partnern (Sonderbericht siehe Seite 94). Den zur Abschiedsfeier angekündigten „Klönssnack bei Speis und Trank“ haben alle Geladenen dann auch bei einem herrlichen Buffett im Kreise auch vieler ehemaliger Kolleginnen und Kollegen herzlich genossen – am weitesten angereist waren übrigens Prof. Amiri aus Tunesien und unser ehemaliger Mitarbeiter Haikal El Abed aus Saudi-Arabien. Prof. Reimers konnte leider nicht anwesend sein, überbrachte seine Glückwünsche und seinen Dank jedoch mittels einer kurzen Videobotschaft. Prof. Paulus gab dann, unterstützt von einigen Bildern, einen amüsanten Rückblick auf die lange gemeinsame Zeit mit Dr. Märgner. Prof. Fingscheidt wählte die Audiobotschaft als passende Form und sang ein Lied von Dr. Märgner als „Erkenner“ zur Gitarre. Etwas später dann nahmen Kollegen und Studierende des Instituts die Gäste auf eine musikalische Reise mit beeindruckender Spannweite von den Beatles „You say goodbye, we say hello“ bis hin zu Marius-Müller Westernhagen („Volker, lass 66 grade sein. Ich hab's versucht, ich komme ohne dich nicht aus, ...“). Passend zum Thema des

Abends wurde dann das Geschenk seitens der Kolleginnen und Kollegen überreicht: Ein von berufener Hand (Frau Erichsen-Rua) aus Archivbildern zusammengestelltes Fotobuch mit Bildern der letzten 40 Jahre am IfN sowie eine blumig aufgemachte Unterstützung für die geplante Weltreise (keine Pilgerfahrt). Der Abend lief dann noch lange mit vielerlei angeregten Gesprächen. Im Dank des Gastgebers ist den Zuhörern nochmals deutlich geworden, dass ein außerordentlich engagiertes Forscherleben in keiner Weise bedeuten muss, dass die Familie stets hinten ansteht; ein bewegender Moment der Feier, belegt durch zustimmendes Nicken der Familie und auch durch einen sehr persönlichen Dank der Kinder.

Lieber Herr Dr. Märgner, lieber Volker, für Ihre/Deine mehr als 40 Jahre am IfN, für Ihre/Deine immerwährende loyale Unterstützung unseres IfN, die erfolgreiche Arbeit in Forschung und Lehre und die zahllosen erfreulichen gemeinsamen dienstlichen und außerdienstlichen Veranstaltungen möchten wir Ihnen/Dir herzlich danken. Und eines ist uns auch bewusst: Aus einem IfN geht man niemals so ganz, insofern müssen wir Ihnen/Dir keine guten Wünsche auf einen IfN-losen Weg geben, denn unsere Wege werden sich im IfN immer wieder kreuzen.

Tim Fingscheidt und Ulrich Reimers



**Bei der Abschiedsfeier hatte er das letzte Wort:
Dr.-Ing. Volker Märgner**

Assistentenexkursion

Dieses Jahr war es wieder Zeit für die zweijährlich stattfindende Assistentenexkursion. Neben dem fachlichen Austausch mit potentiellen Forschungskontakten ist diese Exkursion für die Mitarbeiter auch ein kulturelles und soziales Erlebnis. In diesem Jahr wurde als Ziel der Exkursion Großbritannien ausgewählt und so freuten sich insgesamt 18 Mitarbeiter auf die Großstadt London, die Rugby-WM und englisches Ale.

Leider begann die Reise am 21. September mit einem Schock: Prof. Reimers musste in Braunschweig bleiben, weil er tags zuvor gestürzt war. Für die wissenschaftlichen Mitarbeiter ging die Anreise zwecks Budgetoptimierung über Dortmund nach London, wo uns Prof. Kürner und bestes englisches Regenwetter erwarteten. Ein Fauxpas der Reiseleitung sorgte für allgemeine Erheiterung der Mitreisenden, die sich auf eine ungeplante Stadtführung entführen ließen. So brauchte es ganze drei Versuche, um das gebuchte Hotel ausfindig zu machen. Von da an war das Rattern der Rollkoffer über englische Fußwege das Geräusch der Woche. Zur Entschädigung konnten sich die Mitarbeiter abends beim gemeinsamen Burger-Essen stärken.

Nach einem fabelhaft deftigen Frühstück mit allerlei englischen Köstlichkeiten stand für den Dienstag ein Besuch bei BBC Research and Development auf dem Programm. Dort erlebten wir große Gastfreundschaft und spannende Forschungsthemen. Bei einer Führung waren wir von der aktuellen Hard- und Software-Forschung bei der BBC sehr beeindruckt. Nach einem kurzen Mittagssnack übernahm das IfN das Ruder und so präsentierten wir vor großem Publikum unsere Forschungsgebiete. Daraus entwickelten sich interessante Diskussionen, welche zu zukünftiger gemeinsamer Zusammenarbeit ermutigten. Im Anschluss an den BBC-Besuch fuhren wir mit dem Zug gen Westen zur beschaulichen Kleinstadt Newbury.

In Newbury befindet sich der Hauptsitz von Vodafone. Scheinbar war der Hintereingang nicht der übliche Weg, um das Gelände zu betreten und so eskortierte uns eine Gruppe Sicherheitsleute sicher zum Haupteingang. Bei diesem Spaziergang konnten wir einen Campus mit tollen Grünanlagen und moderner Architektur bewundern. Auch wenn die Führung kürzer ausfiel als erwartet, reichte der Kurzbesuch aus, einen Eindruck von der Komplexität eines realen Mobilfunknetzwerkes zu bekommen. Die Zeit danach wurde für den Besuch einer alten englischen Burg und für ein ausgiebiges Picknick genutzt. Noch am selben Abend brachte uns der Zug weiter nach Wales in die Stadt Newport vor den Toren Cardiffs.

In Cardiff angekommen, erlebten die Mitarbeiter eine unangenehme Überraschung. Wegen der zeitgleich stattfindenden Rugby-WM musste ein Studenten-

wohnheim als Übernachtung erhalten, welches leider jedoch nicht genügend Bettdecken bereitgestellt hatte. In einer Nacht-und-Nebel-Aktion ließen sich im nahegelegenen Einkaufszentrum glücklicherweise genügend Bettdecken für alle Mitarbeiter käuflich erwerben, so dass niemand frieren musste.



**Die Teilnehmer der Assistentenexkursion vor dem
Donnington Castle in Newbury**

Am Donnerstag fuhren wir mit dem Bus zum Halbleiterhersteller IQE. Die Spezialität von IQE liegt in der Fertigung von Wafern, welche Silizium und III-V-Halbleiter auf demselben Substrat vereinen. Dies ermöglicht die Kombination von High-Speed-Schnittstellen mit traditionellen Speicher- und Logikelementen auf demselben IC. Bei IQE konnten wir beeindruckende Mikroskop-Aufnahmen sehen und hielten auch selbst Präsentationen über unsere Forschung. Zum Abschluss bekamen wir eine Führung durch die Halbleiterfertigung geboten.

Nach dem Besuch bei IQE stand Freizeit in Cardiff auf dem Programm. Cardiff konnte die Mitarbeiter dabei mit schönen Museen, Pubs und einer tollen Altstadt überzeugen. Abends suchten wir ein indisches Restaurant als Alternative zu den sonst zahlreichen X-Burger-Lokalen auf.

Für Prof. Kürner und zwei WiMis war am Freitag bereits Abreisetag. Die anderen 15 Mitarbeiter erlebten ein schönes Wochenende in London mit deutlich verbesserter Wetterlage. Ein kleines Highlight war hierbei eine alternative Stadtführung in East London, welche uns die Stadt aus Sicht der Street-Art-Künstler näher brachte. Viele zeigten sich insbesondere von den bemalten Kaugummis auf den Straßen beeindruckt. Ansonsten ließen wir die vielen touristischen Höhepunkte dieser aufregenden Metropole selbstverständlich nicht aus und sind um Erinnerungen an den Buckingham Palace, den Big Ben und die Westminster Abbey reicher.

Nils Dreyer
Johannes Abel
Florian Jackisch

Behörden-Staffelmarathon

Am Abend des 24. Juni konnte man am Ölper See in viele glückliche Gesichter aus dem Institut für Nachrichtentechnik blicken. Grund hierfür war unsere erfolgreiche Teilnahme am Behörden-Staffelmarathon. Der personelle Engpass des Vorjahres konnte überwunden werden und so ging das IfN mit gleich zwei Teams an den Start. Das Wetter meinte es dabei unerwartet gut mit uns und ermöglichte einen heiteren Nachmittag mit Laufen, lautstarken Anfeuerungsrufen und leckeren Grillspezialitäten.

Sportlich konnten sich die Resultate, wie schon in den letzten Jahren, sehen lassen. Das Team „Die volle Bandbreite“ verfehlte die Podestplätze mit einer Zeit von 2:57:41 und Platz 6 nur knapp. Dies ist die zweitbeste je von einem IfN-Team gelaufene Zeit. Doch auch „Die Schmalband-Athleten“ absolvierten die magischen 42,195 km in einer beachtlichen Gesamtzeit von 3:53:52.

Ein großer Dank gilt den Läuferinnen Meike Romey und Kathrin Hagemann, welche unsere Mannschaften unterstützten. Für das leibliche Wohl unserer Läufer und Zuschauer am Streckenrand sorgte unser Grillmeister Peter Transfeld.

Florian Jackisch



„Die volle Bandbreite“ und „Die Schmalband-Athleten“

Institutsausflug

Am 27. Juli 2015 fand der jährliche Institutsausflug bei bestem englischem Wetter statt. Die Planung unterlag wie üblich strengster Geheimhaltung, was neugierige Kollegen immer wieder vergebens dazu veranlasste zu versuchen, dem Planungsteam Details zu entlocken. Der Ausflug begann mit einem opulenten Frühstück im Institut, bei dem Florian Jackisch und Nils Dreyer ihre Ein- und Piotr Palka sowie Jan Zöllner ihre Ausstände gaben. Gut gestärkt durch eine große Bandbreite kulinarischer Köstlichkeiten und frisch zubereitete Pancakes, ging es danach mit Proviantbollerwagen und Sack und Pack durch die ersten Vorboten eines kommenden Herbstes zum Kloster Riddagshausen.

Dort angekommen, gab uns der ehemalige Kirchenvogt des Klosters einen Einblick in die wechselhafte Geschichte der Kirche und der umliegenden Gebäude und Ländereien von den Gründungszeiten durch die dunkle Epoche der Nazizeit bis zu ihren heutigen Rollen als Gemeindekirche und Stiftsgut.



Gruppenfoto am Kloster Riddagshausen

Nach einem anschließenden Streifzug durch den Klostergarten erwartete uns an den nahegelegenen Teichen unsere nächste Station: das Haus Entenfang. In dem Naturerlebniszentrum fanden wir Unterschlupf vor dem heranziehenden Regen und besuchten die Ranger des angrenzenden Naturschutzgebiets Riddagshausen. Auch wenn die hauptamtlichen Ranger leider verhindert waren, konnte uns eine nette Vertretung einen kleinen Einblick in deren Schaffen ermöglichen. Nachdem wir im Haus einen Überblick über die anzutreffende Fauna und die Geschichte der Entenfängerei in Braunschweig bekamen, gab es keine Ausflüchte mehr und wir machten uns bei leichtem Nieselregen selbst ein Bild von der Lage vor Ort, bevor wir uns auf den Rückweg zum Institut begaben.

In entsprechender Montur konnte auch das zunehmend ungemütlichere Wetter die Laune nicht trüben, so dass der Ausflug auf dem Rückweg noch durch eine Prise Spiel und Spaß in Form einer Boßeltour durch das Riddagshäuser Hinterland entlang der Mittelriede abgerundet werden konnte. Hindernisse wie Gräben, Bäume oder parkende Autos wurden mal mehr, mal weniger geschickt umgangen und der Ehrgeiz, mit möglichst wenig Würfeln am Ziel anzukommen, war geweckt. So wurde dann auch jeder Einsatz des Keschers, um die Kugel aus dem Graben oder Fluss zu fischen, in den Teams heiß diskutiert, da man ja durchaus noch aus dem Graben werfen könne, um den Strafpunkt durch den Keschereinsatz zu sparen.

Nach der Unmenge an zurückgelegten Kilometern und den vielen Litern Regen, denen wir schon getrotzt hatten, war das abschließende Grillen am Institut ein willkommener Schlusspunkt und eine verdiente Stärkung nach einem sehr norddeutsch/historisch geprägten Tag.

Johannes Baumgarten
Samy Elshamy
Alexander Fricke

Alumni-Nachrichten

- KEIN Aprilscherz – Am 31.03.2015 durften wir unseren Sohn Tobit voll Freude mit allen Sinnen bei uns begrüßen. Wir sind darüber sehr glücklich und dankbar.

Viele herzliche Grüße – nach wie vor aus Braunschweig – Anne & Mario Pechwitz

- Vielleicht erinnert sich noch jemand an mich als ehemaligen Oberingenieur am IfN (1976-1980)? Nach 59 Semestern als Prof. an der Hochschule Konstanz bin ich nun seit dem 01.09.2015 im Ruhestand. Allerdings bleibe ich der Lehre in „Wireless Communications“ weiterhin als Lehrbeauftragter treu!

Wolfgang Skupin

- Obwohl die Zukunft der digitalen Konsumelektronik nun auch innerhalb der Firma STMicroelectronics aus finanziellen Gründen sehr ungewiss scheint, beschäftige ich mich zurzeit mit sehr interessanten Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Bildverarbeitung, die sich regionaler, nationaler und europäischer Förderung erfreuen. Insbesondere suchen wir weiterhin nach zunehmend kostengünstigeren und stromsparenderen Hardware/Software-Architekturen für UHD (Ultra High Definition) Phase 1 und 2, bei denen die visuelle Bildqualität stets höchste Priorität behält. Ich bin immer wieder tief beeindruckt, welche Vorzüge man mit Hilfe funktionaler Modellierung herausarbeiten kann. Dabei bewege ich mich auf einer faszinierenden Gratwanderung (stimuliert durch die französischen Alpen!) zwischen minimaler linearer und maximaler nichtlinearer Systemtheorie. Die moderne Bildverarbeitung und die visuelle Wahrnehmung bieten dazu ein ausgezeichnetes Potential an Fragestellungen und Lösungsansätzen.

Im Oktober ist es mir zum ersten Mal gelungen, in Zusammenarbeit mit David Rudrauf (Grenoble Institute of Neuroscience) ein multidisziplinäres Seminar innerhalb der Firma STMicroelectronics hier in Grenoble zu organisieren, zu dem Karl Friston (University College London) einen interessanten Einblick in strukturelle und funktionelle Modellierung auf dem Gebiet der Neurowissenschaften vorgestellt hat. Dabei stellten sich verblüffende Ähnlichkeiten zwischen den modernen Komponenten und Architekturen der Neurowissenschaften und der Mikroelektronik heraus, obwohl sich diese beiden Disziplinen recht unabhängig voneinander entwickelt haben. Bedeutet das eventuell auch, dass wir in Kürze eine künstliche Funktionalität aufzeigen können, die die Grundlagen des menschlichen Bewusstseins und der Kognition nachahmt? Naja, vielleicht ist mein gewisser Hang zur Alchemie, wie mein verehrter Doktorvater Prof. Schönfelder einst anmerkte, wieder mal fehl am Platz, um meiner Kreativität zum nächsten nennenswerten ingenieur-technischen Durchbruch zu verhelfen.

Meine Tochter Anna verbringt zurzeit ein Erasmus-Auslandssemester in Turku, Finnland, und ich frage mich, ob Finnisch vielleicht zu ihrer vierten Fremdsprache wird? Jedenfalls gefallen ihr die Vorlesungen, die auf Englisch gehalten werden, sehr gut. Ihre Professoren sind sehr an interaktiver Mitarbeit interessiert. So gestaltet sich die Vorlesung „Management industrieller Prozesse“ besonders interessant. Gleichzeitig erlebt sie ihre Symphonie-Orchester-Tätigkeit als Cellistin mit besonderer Freude, da der 150-jährige Geburtstag von Sibelius bevorsteht.

In diesem Sinne wünsche ich allen eine gesegnete und freudensreiche Advents- und Weihnachtszeit!

Fritz Lebowsky

In dieser Reihe sind bisher erschienen:

- Band 1: Föllscher, Heiko:
Transmission of Media Content on IP-based Digital Broadcast Platforms (Diss. 2007)
- Band 2: Jahresbericht 2007
- Band 3: Schiek, Ulrich:
Realisierung und Leistungsbewertung einer MHP(Multimedia Home Platform)-basierten Softwareplattform für das Fahrzeug (Diss. 2008)
- Band 4: Rothhämel, Jörg:
Motorradhelmakustik – Mess- und Bewertungsmethoden (Diss. 2008)
- Band 5: Jahresbericht 2008
- Band 6: Piesiewicz, Radoslaw:
Propagation aspects and performance study of future indoor wireless communication systems at THz frequencies (Diss. 2008)
- Band 7: Heuck, Christoph:
Optimierung hybrider (Rundfunk/Mobilfunk-) Netze durch Steuerung der Lastverteilung (Diss. 2008)
- Band 8: Wäller, Christoph:
Adaptive Interaktionssysteme – Designstrategien zur situativen Optimierung der Touchscreen-Bedienung im Fahrzeug (Diss. 2009)
- Band 9: Jemai, Jaouhar:
On the Calibration of Channel Models for Indoor Broadband Radio Communication (Diss. 2009)

- Band 10: Klinkenberg, Frank:
Softwareplattform für die Übertragung dateibasierter Dienste zu mobilen Endgeräten über gestörte Übertragungskanäle (Diss. 2009)
- Band 11: Jahresbericht 2009
- Band 12: May, Gunther:
Handover im Mobile Broadcast (Diss. 2009)
- Band 13: Jaeger, Dirk; Schaaf, Christoph:
DVB-C2: High Performance Data Transmission on Cable – Technology, Implementation, Networks (Monographie 2010)
- Band 14: Kornfeld, Michael:
Analyse und Optimierung der Übertragungseigenschaften eines Rundfunksystems für den mobilen Handheld-Empfang (Diss. 2010)
- Band 15: Unger, Peter:
Radio Access Network Planning and Optimization of Hybrid Cellular and Broadcasting Systems (Diss. 2010)
- Band 16: Eden, Arnd:
Eine Methode zur Messung der Bildqualität komprimierter Videosequenzen
- Band 17: Jahresbericht 2010
- Band 18: Daoud, Khaled:
Mobile-Broadcast-Systeme – Analyse, Leistungsvergleich, Optimierungsansätze
- Band 19: Buburuzan, Teodor:
Optimization of an Interface Abstraction Layer for Heterogeneous Networks
- Band 20: Steckel, Philipp:
Modularisierte Softwareplattformen für mobile Endgeräte in Rundfunknetzen
- Band 21: Jahresbericht 2011
- Band 22: Spika, Marius C.:
Eine Softwareplattform mit Nutzungskontext-sensitiver, multimodaler Benutzerschnittstelle für mobile Endgeräte
- Band 23: Chee, Kin Lien:
Fixed Broadband Wireless Access in Vegetated Rural Residential Areas
- Band 24: Suhadi:
Speech Enhancement Using Data-Driven Concepts
- Band 25: Hecker, Andreas:
Verkehrs- und Mobilitätsmodellierung unter Anwendung von Performance-Statistiken für die Planung zellularer Mobilfunknetze

- Band 26: Jahresbericht 2012
- Band 27: Schack, Moritz:
Integrated Simulation of Communication Applications in Vehicular Environments
- Band 28: Priebe, Sebastian:
Towards THz Communications: Propagation Studies, Indoor Channel Modeling and Interference Investigations
- Band 29: Yu, Huajun:
Post-Filter Optimization for Multichannel Automotive Speech Enhancement
- Band 30: Jahresbericht 2013
- Band 31: Pflug, Florian:
Funkübertragung von Audiosignalen mit prädiktiver Soft-Decision-Dekodierung
- Band 32: Robert, Jörg:
Terrestrial TV Broadcast Using Multi-Antenna Systems
- Band 33: Balercia, Tommaso:
(m,n)-relaying for OFDMA Cellular Networks
- Band 34: Jacob, Martin:
The 60 GHz Indoor Radio Channel – Overcoming the Challenges of Human Blocking
- Band 35: Jahresbericht 2014
- Band 36: Paschalidis, Panagiotis:
The Development of a Wideband Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Channel Sounder and the Measurement of the Vehicular Channel
- Band 37: Nuckelt, Jörg:
Evaluation and Enhancement of the Physical Layer Performance of Vehicular Communication Systems
- Band 38: Kürner, Thomas; Liso Nicolás, Marcos:
Beschreibung und Korrektur von GNSS-Mehrwegeeffekten mittels Ray-Tracing und Software-Empfänger (BERTA)
- Band 39: Fodor, Balázs:
Contributions to Statistical Modeling for Minimum Mean Square Error Estimation in Speech Enhancement
- Band 40: Voges, Christoph:
Long-term Archiving of Digital Data on Film